

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 1 – REPORTAJE FOTOGRAFICO***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO



## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	FOTOGRAFIAS .....	1
2.1.	VISTA AEREA.....	1
2.2.	FOTOGRAFIAS DE LA ZONA .....	2
2.3.	INSTALACIONES ACTUALES .....	4

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo se realiza con el fin de elaborar un reportaje fotográfico de la zona de actuación del proyecto a ejecutar para una mayor comprensión del mismo.

Se trata, por tanto de fotografías de la zona desde distintos puntos de alrededor.

Se debe apuntar que para este proyecto, no se considerará la existencia del pabellón actual para evitar el tema sobre el derribo y la búsqueda de otra alternativa para su uso mientras se produce la construcción del nuevo pabellón proyectado.

## 2. FOTOGRAFIAS

### 2.1. VISTA AEREA



Fig. 1 Vista aérea de la zona. Fuente: Google Maps

## 2.2. FOTOGRAFÍAS DE LA ZONA



*Fig. 2 Vista frontal del pabellón actual y espacio de estacionamiento para usuarios.*



*Fig. 3 Vista frontal del pabellón y de la ría de Bilbao a la derecha.*



*Fig. 4 Paso del río Galindo por el lateral del pabellón y desembocadura de éste en la ría de Bilbao.*



*Fig. 5 Vista lateral del pabellón.*



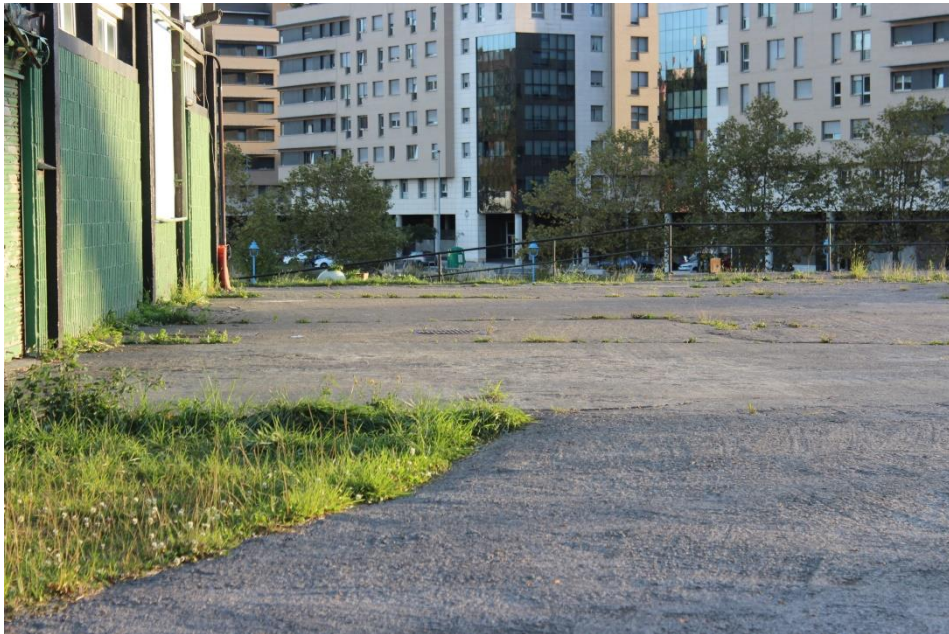
### 2.3. INSTALACIONES ACTUALES



*Fig. 6 Entrada al recinto*



*Fig. 7 Zona de estacionamiento para usuarios. Vista 1*



*Fig. 8 Zona de estacionamiento para usuarios. Vista 2*



*Fig. 9 Uso del aparcamiento actual. Vista 1*





*Fig. 10 Uso del aparcamiento actual. Vista 2*



*Fig. 11 Zona lateral del pabellón, actualmente abandonada*



*Fig. 12 Zona de bajada de traineras a la ría.*



GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 2 – CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCION.....	1
2.	CLIMATOLOGIA .....	1
2.1.	DATOS GENERALES .....	1
2.2.	ESTACIONES METEOROLOGICAS .....	2
2.3.	DATOS HISTORICOS .....	2
2.4.	DATOS CLIMATOLOGICOS .....	3
2.4.1.	Temperatura.....	3
2.4.2.	Precipitación.....	4
2.4.3.	Viento.....	5
2.4.4.	Nieve .....	6
2.4.5.	Granizo .....	7
2.4.6.	Galerna.....	7
3.	HIDROLOGÍA .....	8
3.1.	UNIDAD HIDROLÓGICA IBAIZABAL .....	8
3.1.1.	Subcuenca Galindo.....	8
3.1.2.	Ría de Bilbao.....	9
3.2.	AGUA SUBTERRANEA.....	9
3.3.	INUNDABILIDAD .....	10
4.	BIBLIOGRAFÍA.....	11

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Estaciones meteorológicas cercanas a Sestao. Fuente: AEMET, Agencia Estatal de Meteorología.....	2
Tabla 2.	Valores extremos de la estación Bilbao Aeropuerto desde 1920 .....	2
Tabla 3.	Datos térmicos de los últimos 5 años.....	3
Tabla 4	Número de días más calurosos en los últimos 5 años .....	4
Tabla 5	Datos pluviométricos de los últimos 5 años.....	4
Tabla 6	Precipitaciones anuales.....	4
Tabla 7	Número de días lluviosos .....	5
Tabla 8	Velocidad media del viento y racha máximas registradas en los últimos 5 años.....	6
Tabla 9	Número de días nevados en los últimos 5 años .....	6
Tabla 10	Número de días que ha granizado en los últimos 5 años .....	7
Tabla 11	Recursos disponibles en la masa de agua subterránea correspondiente a Sestao. Fuente: URA AGENTZIA.....	10

## 1. INTRODUCCION

En el presente anejo se pretende analizar la climatología y e hidrología que engloba la zona del pabellón.

En la primera parte se estudia la climatología con el objetivo de determinar las acciones que afectarán en el comportamiento estructural del edificio así como durante la ejecución de la obra. Se describen las características climáticas generales del País Vasco, además de los principales factores climáticos (precipitación, viento, temperatura...) que influyen en el emplazamiento del pabellón.

A continuación se elabora un análisis hidrológico y de la inundabilidad del entorno, pues se encuentra bordeado por el Rio Galindo y por la Ría del Nervión.

## 2. CLIMATOLOGIA

### 2.1. DATOS GENERALES

En el País Vasco se puede distinguir tres grandes grupos climáticos como muestra la *Figura 1*: Clima Oceánico o Atlántico en el norte, una zona de transición en el centro y en el extremo sur el Clima Continental - mediterráneo.

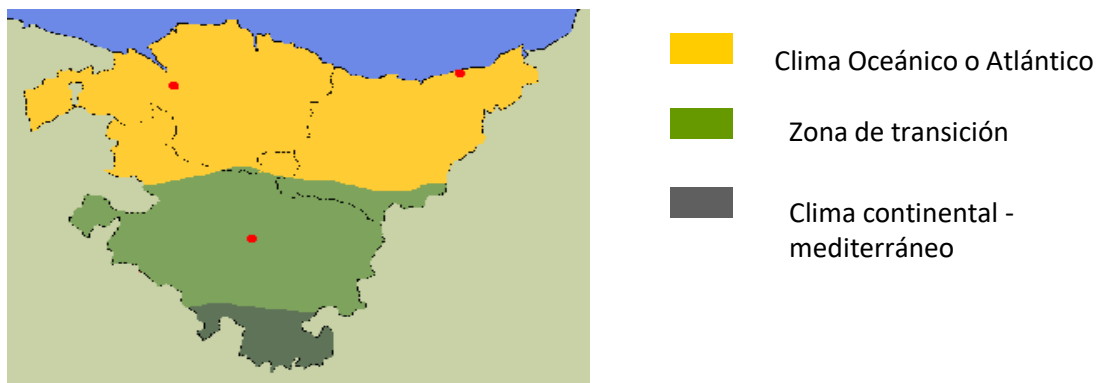


Fig. 1 Distribución de zonas climáticas.

Bizkaia se encuentra en la franja de clima Oceánico o Atlántico, donde se da un clima mesotérmico, es decir, muy lluvioso y con temperaturas moderadas.

Debido a la influencia termorreguladora que ejerce el mar, no hay variaciones pronunciadas de temperatura entre el día y la noche o entre invierno y verano, siendo la temperatura media 12,5° C. Normalmente a partir de Septiembre-Octubre se registra un bajón térmico bastante brusco con la llegada del otoño hasta el mes de Marzo que comienzan a ascender con temperaturas más regulares al pasar de un mes a otro, alcanzando las máximas en Agosto.

En cuanto a las precipitaciones en Bizkaia, oscilan entre 1.200-2.000 mm anuales, esto es debido a que las cordilleras están orientadas al Oeste-Este y por la proximidad del mar, lo que

hace que se originen abundantes precipitaciones. Éstas se crean al chocar los frentes “gallegos” con las cordilleras cantábricas seguidas de la succión de aire producido por la región ciclogénica Mediterráneo Occidental. Los máximos se registran en Noviembre y Diciembre y las mínimas en Junio y Julio.

## 2.2. ESTACIONES METEOROLOGICAS

Para caracterizar el clima de la zona, se han consultado los datos de las estaciones meteorológicas más próximas del entorno de la zona de proyecto.

A continuación se exponen en la *Tabla1* la relación de las estaciones que por su proximidad pueden ser usadas para extraer datos climatológicos y pluviométricos.

DATOS ESTACION						
Código	Nombre estación	Latitud	Longitud	Altitud	Distancia a Sestao	Municipio
1082	Bilbao Aeropuerto	43°17' 53" N	2° 54' 23" O	42	8,24 km	Loiu
1059 X	Punta Galea	43°22`30``N	3°1`18``O	90	7,2 km	Getxo
1083 B	Sopuerta	43°16`47``N	3°10`7``O	177	13,57 km	Sopuerta
1078 I	Güeñes	43°12`12``	3°6`17``O	208	14,38 km	Güeñes

*Tabla 1. Estaciones meteorológicas cercanas a Sestao. Fuente: AEMET, Agencia Estatal de Meteorología.*

Para el análisis de las variables climáticas y pluviométricas se considera la estación 1082 BILBAO AEROPUERTO (Sondika), como la más representativa, ya que dispone de datos suficientes para la elaboración del análisis.

## 2.3. DATOS HISTORICOS

En la siguiente tabla se recogen los valores extremos absolutos de la variable climatológica de la estación elegida desde el año 1920.

Máx. núm. de días de lluvia en el mes	28 (dic 1960)
Máx. núm. de días de nieve en el mes	7 (feb 1956)
Máx. núm. de días de tormenta en el mes	11 (ago 1983)
Prec. máx. en un día (l/m2)	252.6 (26 ago 1983)
Prec. mensual más alta (l/m2)	626.9 (ago 1983)
Prec. mensual más baja (l/m2)	0.4 (sep 1985)
Racha máx. viento: velocidad y dirección (km/h)	Vel 148, Dir 290 (20 ene 1965 12:30)
Tem. máx. absoluta (°C)	42.0 (26 jul 1947)
Tem. media de las máx. más alta (°C)	29.9 (ago 2003)
Tem. media de las mín. más baja (°C)	-1.4 (feb 1956)
Tem. media más alta (°C)	24.8 (ago 2003)
Tem. media más baja (°C)	2.1 (feb 1956)
Tem. mín. absoluta (°C)	-8.6 (03 feb 1963)

*Tabla 2. Valores extremos de la estación Bilbao Aeropuerto desde 1920*

## 2.4. DATOS CLIMATOLÓGICOS

En este apartado se analizarán los datos térmicos y de precipitación registrados en los últimos 5 años (2014-2018) obtenidos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

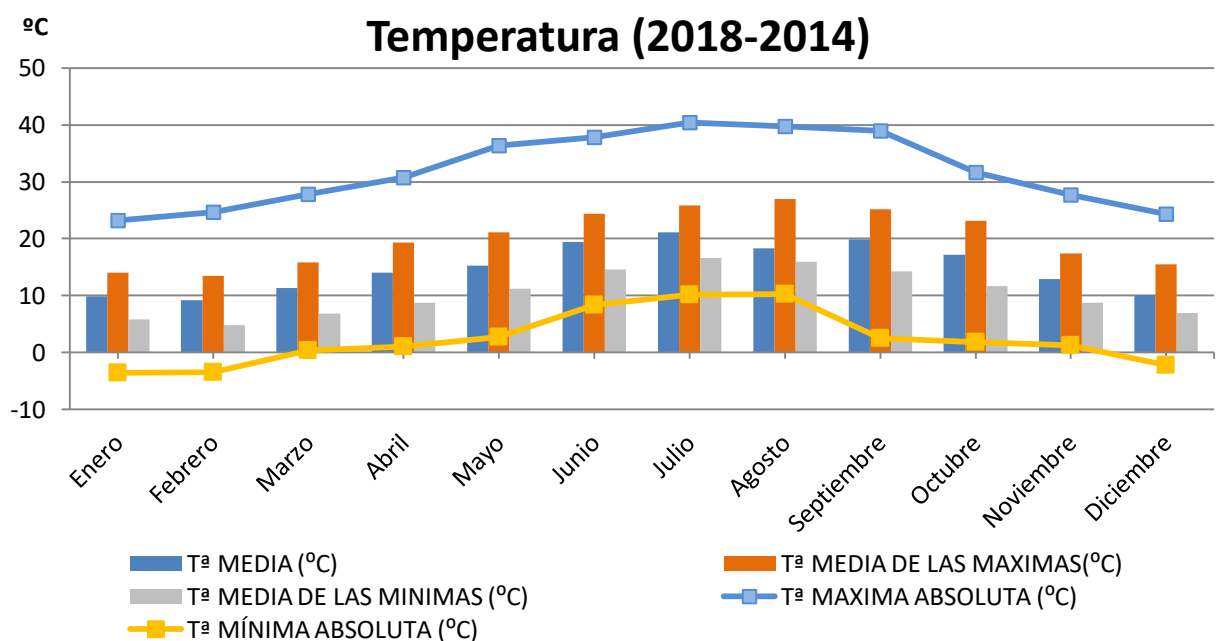
### 2.4.1. *Temperatura*

Con la información térmica disponible para la estación seleccionada, se incluye una tabla que incluye los valores medios y extremos variables más significativos:

	Tª MEDIA (°C)	Tª MEDIA DE LAS MÁXIMAS (°C)	Tª MEDIA DE LAS MÍNIMAS (°C)	Tª MÁXIMA ABSOLUTA (°C)	Tª MÍNIMA ABSOLUTA (°C)
<b>Enero</b>	9,91	14	5,82	23,20	-3,6
<b>Febrero</b>	9,15	13,47	4,83	24,70	-3,5
<b>Marzo</b>	11,32	15,84	6,8	27,80	0,4
<b>Abril</b>	14,07	19,31	8,76	30,8	1
<b>Mayo</b>	15,26	21,17	11,23	36,40	2,7
<b>Junio</b>	19,48	24,34	14,63	37,8	8,3
<b>Julio</b>	21,12	25,88	16,59	40,40	10,10
<b>Agosto</b>	18,35	26,96	15,98	39,80	10,30
<b>Septiembre</b>	19,86	25,17	14,24	39	2,5
<b>Octubre</b>	17,2	23,11	11,71	31,70	1,8
<b>Noviembre</b>	12,94	17,43	8,79	27,70	1,30
<b>Diciembre</b>	10,13	15,10	6,9	24,30	-2,20
<b>ANUAL</b>	14,90	20,15	10,52	-	-

Tabla 3. Datos térmicos de los últimos 5 años.

Ha continuación un gráfico de la distribución de temperaturas:



Gráfica 1 Distribución de temperaturas de los últimos 5 años

Las conclusiones que se obtienen son:

- La temperatura media en la zona oscila entre los 4,8°C de Febrero y los 27°C que se registran en Agosto.
- El valor de las temperaturas extremas que se han registrado son -3,6°C enero de 2017 y 40,4°C en julio de 2016.
- De acuerdo ANEXO III del Real Decreto 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, la temperatura para trabajos ligeros debe estar comprendida entre 14 y 25°C, por lo que es probable que la ejecución de obra se desarrolle con normalidad en primavera u otoño.

#### **Días más calurosos**

Se incluye una tabla con el número de días que se ha superado una temperatura de 30 °C en el periodo analizado.

	2018	2017	2016	2015	2014
Nº de Días	13	20	20	23	26

*Tabla 4 Número de días más calurosos en los últimos 5 años*

La conclusión que se obtiene es que cada año es menos caluroso que el anterior.

#### **2.4.2. Precipitación**

Con la información térmica disponible para la estación seleccionada, se incluye una tabla que incluye los valores medios y extremos variables más significativos:

	Prec. Mensual media (mm)	Prec. Mensual media máxima (mm)	Prec. Mensual media mínima (mm)	Prec. Diaria máxima (mm)
<b>Enero</b>	6,41	8,44	3,59	82,1
<b>Febrero</b>	7,96	12,32	3,13	79,8
<b>Marzo</b>	4,78	6,96	3,61	42
<b>Abril</b>	2,55	5,34	1,66	44,6
<b>Mayo</b>	2,88	6,53	1,65	22,2
<b>Junio</b>	1,57	2,94	0,61	29,7
<b>Julio</b>	1,71	2,2	1,04	35,3
<b>Agosto</b>	1,27	2,1	0,26	21,8
<b>Septiembre</b>	1,79	3,79	0,3	28
<b>Octubre</b>	2,05	5,65	0,48	42,3
<b>Noviembre</b>	5,55	7,87	2,68	64,6
<b>Diciembre</b>	3,07	7,6	0,36	3,12
<b>ANUAL</b>	3,47			

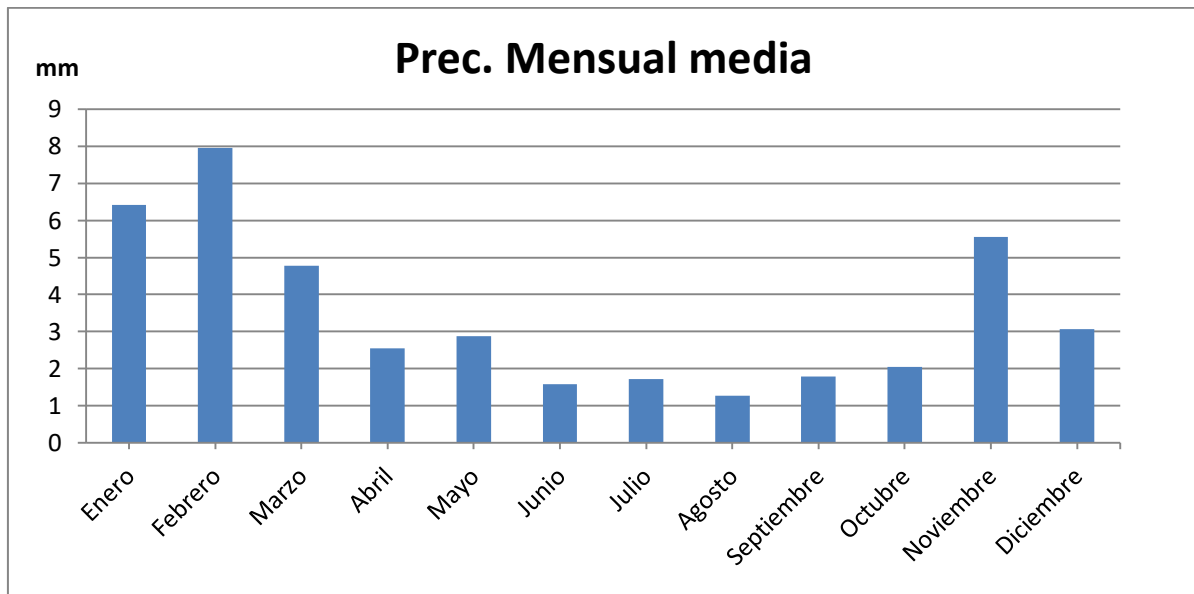
*Tabla 5 Datos pluviométricos de los últimos 5 años*

El País Vasco es característico por sus abundantes precipitaciones que habitualmente supera los 1200 mm anuales:

	2018	2017	2016	2015	2014
Precipitación anual (mm)	1319,1	1471,2	1239,6	1163,6	1070

*Tabla 6 Precipitaciones anuales*

A continuación se incluye el gráfico con la distribución de la precipitación media mensual:



Gráfica 2 Distribución de precipitaciones medias de los últimos 5 años.

Las conclusiones que se obtienen son:

- La precipitación media anual es de 3,47 mm
- La precipitación mensual media máxima se registra en Febrero de 2016 con 12,32 mm, coincidiendo con uno de los días más lluviosos con 79,2 mm. El día con la precipitación máxima se dio en Enero de 2015 con 82,1 mm.

#### **Días más lluviosos**

Se incluye una tabla con los días totales de lluvia y tormenta

	2018	2017	2016	2015	2014
<b>Lluvia</b>	182	184	181	174	193
<b>Tormenta</b>	13	26	10	19	22

Tabla 7 Número de días lluviosos

#### **2.4.3. Viento**

La zona en la que se encuentra el proyecto de estudio es recorrida por vientos generales del noroeste y oeste. En épocas de invierno la comunidad se ve afectada por vientos procedentes del oeste, por las borrascas y sus frentes nubosos.

Cuando este flujo de aire pierde fuerza empiezan a dominar las corrientes cálidas del sur, seguidas por otras en las que soplan húmedas y frescos vientos del norte. Esto ocurre en épocas de otoño y primavera.

Y por último en verano, los vientos del oeste se alejan hacia el norte y se debilitan, afectando al sur de Europa por el buen tiempo producido por el anticiclón de las Azores.



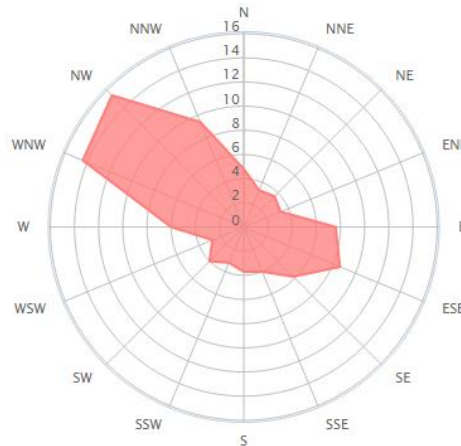


Fig. 2 Distribución de la dirección del viento anualmente.

	Velocidad media (Km/h)	Racha Máxima (Km/h)
<b>Enero</b>	38,88	97,9
<b>Febrero</b>	39,52	96,1
<b>Marzo</b>	45,36	95
<b>Abril</b>	41,76	76
<b>Mayo</b>	42,48	97,9
<b>Junio</b>	38,88	76
<b>Julio</b>	38,16	70,9
<b>Agosto</b>	36	76
<b>Septiembre</b>	32,4	91,1
<b>Octubre</b>	29,52	78,1
<b>Noviembre</b>	31,08	86,9
<b>Diciembre</b>	33,84	92,9
<b>ANUAL</b>	37,32	

Tabla 8 Velocidad media del viento y racha máximas registradas en los últimos 5 años.

#### 2.4.4. Nieve

Debido al relieve de la zona, la proximidad a la costa y la altitud respecto al nivel del mar, la nieve es un fenómeno raro. En escasas ocasiones en las que nieva suele ser debido a que los flujos del aire provenientes del norte son húmedos y fríos.

Se incluye una tabla con el número de días nevados en los últimos 5 años:

	2018	2017	2016	2015	2014
<b>Nº de Días Nieve</b>	3	0	0	2	0

Tabla 9 Número de días nevados en los últimos 5 años

#### 2.4.5. Granizo

Es un fenómeno bastante frecuente en invierno, producido por la inestabilización de las masas de aire polar debido al relieve. La media anual es de 9 días.

Se incluye una tabla con el número de días que ha granizado en los últimos 5 años:

	2018	2017	2016	2015	2014
Nº de Días Granizo	14	8	5	11	7

Tabla 10 Número de días que ha granizado en los últimos 5 años

#### 2.4.6. Galerna

La galerna se origina por la unión de dos masas de aire de diferentes características, la primera llega desde el mar y es húmeda y fría, y la segunda, se encuentra en la meseta mucho más cálida y seca.

Es un fenómeno que se da en las costas del Mar Cantábrico y que consiste en un viento fuerte y/o racheado el cual puede venir acompañado o no, de precipitaciones. Se alcanzan rachas de viento de 70 km/h, incluso a veces pueden superar los 100 km/h.

Comienza con un descenso brusco de temperatura al llegar la tarde, aunque también pueden ocurrir durante la noche. No suele durar mucho, aproximadamente 45 – 90 minutos pero aparece de forma repentina y brusca. La época más propensa es de Marzo a Octubre.

### 3. HIDROLOGÍA

Los ríos de Bizkaia presentan una serie de características comunes: son ríos cortos, de valles estrechos y encajados y tienen que salvar grandes desniveles debido a las fuertes pendientes que presenta el terreno. La pendiente media esta sobre 11% .

Se distinguen 24 Unidades Hidrológicas, compuestas por una o varias cuencas y aguas subterráneas asociadas, divididas en dos vertientes:

- Vertiente Cantábrica: engloba a los ríos que desembocan en la Ría de Bilbao, en la costa o en la comunidad autónoma de Cantabria.
- Vertiente Mediterránea, desembocan en el Mar Mediterráneo.

La zona de estudio pertenece al primer grupo pues está bordeada por el Rio Galindo, el cual desemboca en la Ría de Bilbao. Concretamente a la Unidad Hidrológica Ibaizabal.



Fig. 3 Mapa Hidrológico de la Unidad Hidrológica Ibaizabal. Fuente :Ura Agentzia

#### 3.1. UNIDAD HIDROLÓGICA IBAIZABAL

Esta unidad cuenta con una superficie de 1.849,38 km<sup>2</sup>, de los cuales 1.833,92 km<sup>2</sup> corresponden a las subcuencas del río principal y 15,46 km<sup>2</sup> a cuencas anexas. Destacan ríos como Ibaizabal, Nervión, Kadagua, Galindo, Asua, Altube...

A continuación se detallan características tanto de la subcuenca del Galindo como de la Ría de Bilbao ya que ambas bordean la zona donde se va a ejecutar el pabellón.

##### 3.1.1. Subcuenca Galindo

La subcuenca del río Galindo tiene una superficie de 67,23 Km<sup>2</sup>. Se abastece principalmente del rio Castaños procedente del monte Eretza y del arroyo Ballonti procedente del monte Serantes. Además esta subcuenca contiene tres embalses que sirven de abastecimiento a industria y a agricultura, entre ellos Oiola y Gorostiza.

Este río divide a los municipios Barakaldo y Sestao antes de su desembocadura en la Ría de Bilbao. Tiene una longitud de 16,59 Km.

La cuenca del Galindo está comprendida entre la Cuenca del Rio Merkadillo (Barbadun) al Oeste y la Cuenca del Cadagua al Sur, mientras que la ría del Nervión linda en su extremo Este.



Fig. 4 Estado actual de la desembocadura del rio Galindo a la Ría de Bilbao. Imagen propia.

### 3.1.2. Ría de Bilbao.

La ría del Nervión o de Bilbao, está formada por la entrada de agua del Mar Cantábrico y la desembocadura del rio Nervión e Ibaizabal. Es en el barrio La Peña (Bilbao) donde el Nervión deja de ser rio y pasa a llamarse Ría, la cual se prolonga 23 km hasta llegar al nivel del mar.

Tanto el cauce como el relieve de la Ría, se deben a una evolución lenta producida por la erosión, la sedimentación, la intervención del mar y la acción del hombre.

## 3.2. AGUA SUBTERRANEA

El área de estudio se encuentra sobre una masa de agua superficial denominada Anticlinorio Sur como se observa en la *Figura 5* de 1608,8 km<sup>2</sup> de superficie:

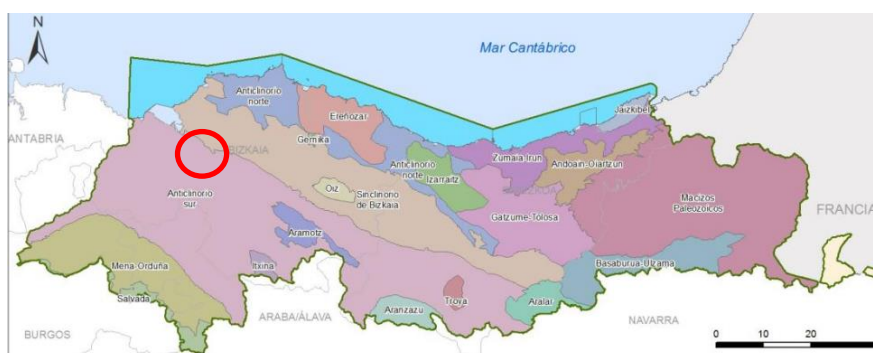


Fig. 5 Distribución de masas de agua subterránea en la costa Cantábrica. Fuente: URA

La mayor parte del agua que recarga los acuíferos se descarga de manera diferida en el tiempo a la red fluvial, de forma difusa o a través de manantiales, y en muchas cuencas es uno de los constituyentes básicos de la aportación de los ríos. Otra parte de la recarga, en general mucho más reducida, se transfiere subterráneamente a otros acuíferos o, en el caso de los acuíferos costeros, descarga al mar.

El recurso disponible de aguas subterráneas se debe reservar del recurso renovable, el volumen de descargas de las masas de agua subterránea a los ríos, manantiales, zonas húmedas, etc. para posibilitar la consecución de los objetivos ambientales.

	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Recursos renovables (hm <sup>3</sup> /año)	Recursos ambientales (hm <sup>3</sup> /año)	Recurso disponible (hm <sup>3</sup> /año)
<b>Anticlinorio Sur</b>	1608,8	438	64,4	373,6

Tabla 11 Recursos disponibles en la masa de agua subterránea correspondiente a Sestao. Fuente: URA AGENTZIA

Según la Agencia URA, a vulnerabilidad de la zona se define como baja en relación a acuíferos subterráneos:

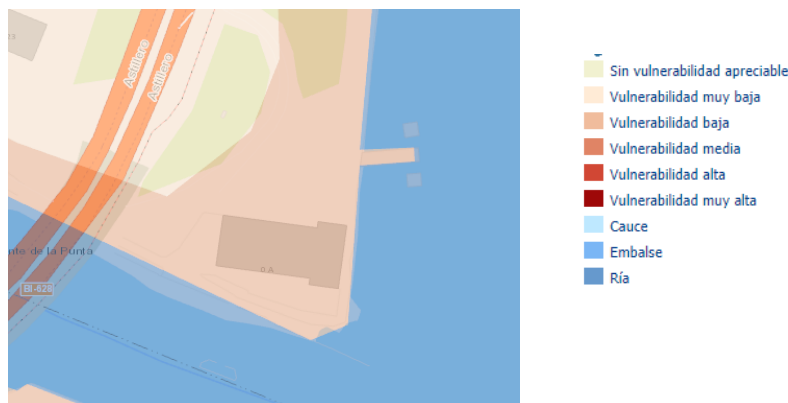


Fig. 6 Vulnerabilidad de acuíferos en la zona de actuación. Fuente: URA

### 3.3. INUNDABILIDAD

Tal y como se muestra en la Figura 7 cerca de área de estudio aparece unas manchas naranjas la cuales corresponden a zonas de inundaciones con periodo de retorno de 10 años, mientras que las más oscuras pertenecen a un periodo de retorno de 100 años.

Hay que destacar que la zona en la que se ejecutará el edificio no se aprecia ningún riesgo de inundabilidad debido a la altura a la que se encuentra del cauce.

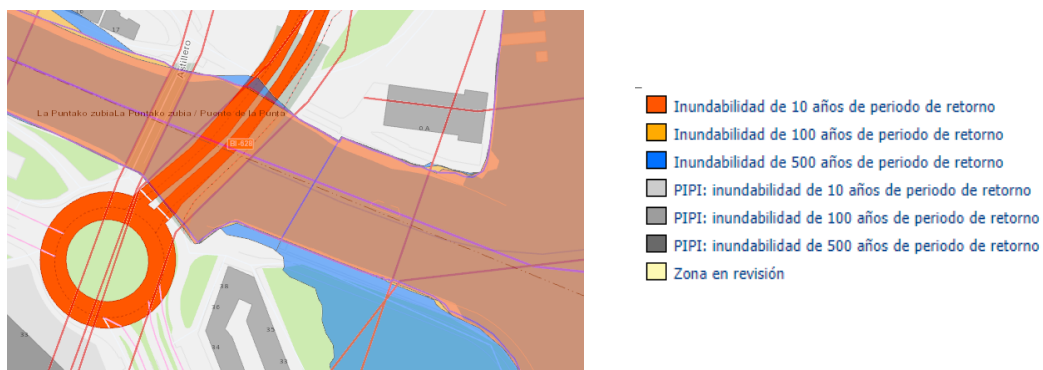


Fig. 7 Mapa de inundación. Fuente: Visor URA

## 4. BIBLIOGRAFÍA

Agencia de meteorología del país vasco [http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/car\\_latitud/es\\_7257/es\\_latitud.html](http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/car_latitud/es_7257/es_latitud.html)

Viento <https://es.windfinder.com/windstatistics/bilbao>

Datos precipitaciones temperatura, precipitaciones  
<https://javiersevillano.es/clima>

Riesgo de inundabilidad <http://www.uragentzia.euskadi.net/appcont/gisura/>

Clima

- [http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/ana\\_viento/es\\_7279/es\\_viento.html](http://www.euskalmet.euskadi.eus/s07-5853x/es/contenidos/informacion/ana_viento/es_7279/es_viento.html)
- [http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem\\_Codigo=2408&idioma=CA](http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=2408&idioma=CA)

HIDROLOGÍA

Datos cuenca Galindo

[http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem\\_Codigo=2633&Idioma=CA&dpto\\_biz=9&codpath\\_biz=9|347|2550|2633](http://www.bizkaia.eus/home2/Temas/DetalleTema.asp?Tem_Codigo=2633&Idioma=CA&dpto_biz=9&codpath_biz=9|347|2550|2633)

Visor URA: <http://www.uragentzia.euskadi.eus>

Características de la ría <https://ezagutubarakaldo.net/importancia-de-la-ria-en-el-desarrollo-del-gran-bilbao-margen-izquierda/>

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 3 – GEOLOGIA Y GEOTECNIA***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO



## INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. GEOLOGIA.....	1
2.1 MARCO GEOLÓGICO .....	1
2.2 ESTRATIGRAFÍA.....	2
2.2.1 Cretácico. Complejo Urgoniano.....	4
2.2.2 Cuaternario.....	4
2.3 TECTONICA.....	4
2.4 HIDROGEOLOGÍA .....	5
2.4.1 Caracterización hidrogeológica de los materiales presentes .....	5
2.4.2 Nivel Freático Local .....	5
2.5 RIESGOS GEOLOGICOS.....	6
2.6 SISMICIDAD .....	6
3. AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS Y DEL AGUA.....	8
4. ESTUDIO GEOTÉCNICO .....	9
4.1 RELLENOS ANTROPICOS CUATERNARIOS .....	9
4.2 LIMOS FANGOSOS ESTUARINOS.....	10
4.3 CRETACICO. LIMONITAS Y ARENISCAS.....	11
5. EXCAVABILIDAD .....	12
6. CIMENTACIONES.....	13
7. BIBLIOGRAFIA.....	14

### APENDICE 3.1

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros de la capa de rellenos antrópicos.....	10
Tabla 2 Parámetros de la capa de limos fangosos estuarinos.....	10
Tabla 3 Parámetros del sustrato rocoso. GM V .....	11
Tabla 4 Parámetros del sustrato rocoso. GM III .....	11
Tabla 5 Parámetros del sustrato rocoso. GM III .....	12
Tabla 6 Resumen de las unidades geotécnicas.....	12

# 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo representa el estudio geológico-geotécnico necesario para la construcción del Nuevo centro deportivo para la sociedad de remo KAIKU en el municipio de Sestao, concretamente, en la Avda. de Altos Hornos de Bizkaia.

El objetivo general consiste en describir las características del terreno para su correcto uso, tanto para su utilización en terraplenes como para determinar el tipo de cimentación necesaria.

Para la realización de este anejo se ha solicitado al Ayuntamiento de Sestao y Barakaldo información de la zona siendo rechazada por falta de datos. Con lo cual, el estudio que se ha tomado como referencia es el correspondiente al elaborado por *Euskal Trenbide Sarea (E.T.S.), Ente Público adscrito al Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco, en el año 2015 sobre el Tranvía Urbano de Barakaldo.*

Éste, pretendía conectar el intercambiador de Urbínaga en Sestao con el metro y con el tren de Cercanías RENFE, así como con el futuro tranvía que dará servicio a Leioa y a la UPV. Asimismo, a la parada de Ansio, situada en la zona del BEC y a la zona de Bagatza, donde facilitaría la conexión con la línea 2 de Metro Bilbao, actuando como un intercambiador de los sistemas ferroviarios urbanos e interurbanos

# 2. GEOLOGIA

## 2.1 MARCO GEOLÓGICO

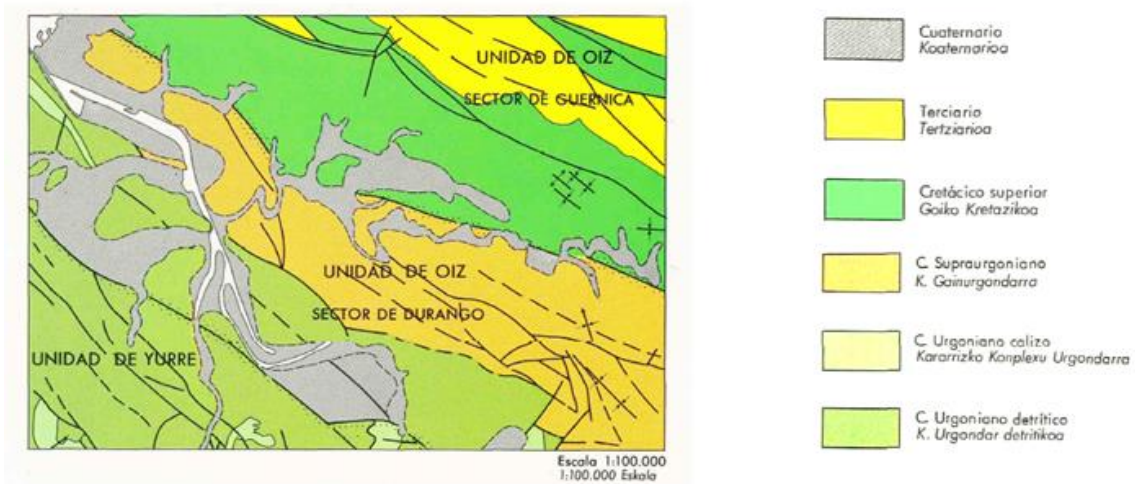
La zona de estudio se encuentra en las estribaciones occidentales de los Pirineos, dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica, concretamente en el flanco Norte del Anticlinorio de Bilbao, al Norte de la cual se extiende el Sinclinorio de Vizcaya.



*Fig. 1. Principales unidades geológicas de España. Se señala en rojo la zona de actuación exagerándola para su mayor claridad.*

Los materiales que afloran en esta área son principalmente de edad Cretácico inferior, más concretamente Albiense inferior y son de naturaleza margosa, areniscosa y lutítica en paquetes alternantes de escaso espesor. Sobre estos materiales existen depósitos antropogénicos que cubren la zona analizada.

Regionalmente se sitúa en el denominado sector Durango, dentro de la Unidad de Oiz, viene limitada al sur por la falla de Bilbao y por el norte con la falla de Durango, según indica la *Figura 2*.



*Fig. 2 Unidades estructurales del País Vasco. Fuente: Ente Vasco de la Energía. EVE. Anexo 61-II*

## 2.2 ESTRATIGRAFÍA

Tal como se puede apreciar en *Figura 3*, el subsuelo de Sestao está compuesto por una base de edad Cretácico Medio (Albiense Inferior), representado en tonos verdes y grises, que en este caso se encuentra plegado conformando una estructura sinclinal, en la que los materiales más jóvenes como margas, margocalizas y calcarenitas de grano fino (Complejo urgoniano) se encuentran en la parte central de la estructura y los más modernos como lutitas con pasadas areniscosas (Complejo urgoniano), en los extremos. Todo ello en conjunto forma parte, con directrices NW-SE, del anticlinorio de Bilbao.

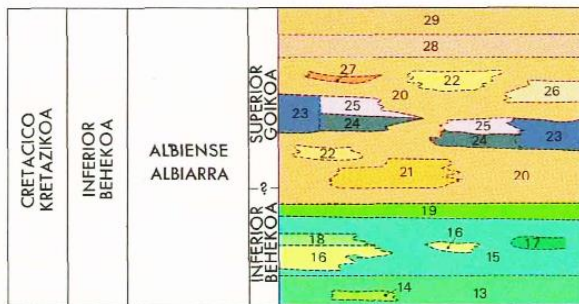
Sin embargo, el punto donde se realizará este proyecto está compuesto únicamente por una base del cuaternario, representado en tonos grises junto con el símbolo ●●, que representa depósitos antropogénicos. Además de sedimentos limosos estuarinos vinculados a la dinámica fluvial con influencia marina mareal de la ría de Bilbao.

A continuación, la siguiente figura representa la cartografía geológica de la zona de Sestao según el mapa geológico del País Vasco del EVE.



Fig. 3. Mapa geológico de Sestao-Barakaldo. Fuente Ente Vasco de la Energía. EVE. Anexo 61-II. Escala original 1/25.000. Señalado en rojo la zona de actuación.

UNIDAD DE OIZ OIZ UNITATEA SECTOR DE DURANGO DURANGO ALDEA



- 44 Depósitos antropogénicos  
Metaketa antropogenikoak
- 43 Fangos estuarinos  
Estuaino giroko lobiak
- 42 Playas  
Hondartzak
- 41 Dunas  
Dunak
- 40 Depósitos coluviales  
Metaketa kolubialak
- 39 Depósitos aluviales  
Metaketa alubialak
- 38 Terraza fluvial  
Ibai-terrazak: actual gaurkoak, antigua zaharrak

- CRET. SUP. GOI. KRET.
  - 29 Margas, margocalizas y calcarenitas. (Flysch detrítico carbonatado)  
Margak, margakariarik eta kalkarenitak (flysch detrítico karbonatatu)
  - 28 Margas y lutitas. Niveles aislados de margocalizas. "Slumps."  
Margak eta lutitak. Margakariarizko pasagune isolatuak. "Slumpak"
- 27 Conglomerado silíceo  
Konglomeratu silizetsua
- 26 Margas  
Margak
- 25 Rocas piroclásticas  
Harri piroklastikoak
- 24 Coladas masivas o de "pillow-lavas"  
Kolada masiboak edo "pillow-labak"
- 23 Rocas volcánicas indiferenciadas  
Zehazgabeko harri bolkanikoak
- 22 Areniscas  
Harearriak
- 21 Alternancia de areniscas y lutitas  
Harearri eta lutiten txandaketa
- 20 Argilitas y/o limolitas  
Argilitak edota limolitak
- C. URGONIANO K. URGONDARRA
  - 19 Margas, areniscas y limolitas. "Slumps."  
Margak, harearriak eta limolitak. "Slumpak"
  - 18 Alternancia de margas arenosas y calcarenitas arenosas  
Marga hareatsu eta kalkarenita hareatsuen txandaketa
  - 17 Parabrechas calcáreas en matriz margosa. Margocalizas  
Margazko matrizeko parabretxa karetsuak. Margakariarik
  - 16 Calcarenitas y margas  
Kalkarenitak eta margak
  - 15 Margas y margocalizas (calcarenitas y parabrechas calcáreas)  
Margak eta margakariarik (kalkarenitak eta parabretxa karetsuak)
  - 14 Margas y calizas nodulosas  
Margak eta kararri nodulatsuak
  - 13 Lutitas (limolitas) calcáreas, con pasadas areniscosas  
Lutita (limolitak) karetsuak harearizko tarteketaz

Fig. 4. Leyenda del mapa geológico Sestao – Barakaldo. Fuente Ente Vasco de la Energía. EVE. Anexo 61-II. Escala original 1/25.000.



### 2.2.1 Cretácico. Complejo Urganiano

Este complejo agrupa un conjunto variado de sedimentos marinos que se estructura en tres grandes apartados:

- Facies de implantación.
- Calizas arrecifales.
- Facies de talud y asociadas.

Estas últimas, las facies de talud y asociadas, son las que se encuentran en el entorno de actuación, que se describen a continuación.

- *Margocalizas, margas y calcarenitas de grano fino.*

Son de origen marino en plataforma carbonatada somera, cuyo origen se asocia a la compartimentación de las plataformas carbonatadas urgonianas durante el Albiense y Aptiense.

- *Lutitas calcáreas con pasadas areniscosas.*

Es la facies mayoritaria incluida en el complejo urganiano, corresponde a sedimentación de carácter marino pelágico o flyschoide. Se trata fundamentalmente de limolitas, son siempre de color gris, con tonalidades oscuras. Las areniscas son de grano fino a medio, y por lo general no carbonatadas, ya que en corte fresco no hacen reacción al HCl a temperatura ambiente.

### 2.2.2 Cuaternario

Los depósitos cuaternarios pertenecen a sistemas estuarinos y a rellenos antropogénicos posteriores. Ambos se describen a continuación.

- *Depósitos Estuarinos*

Son materiales aluviales de edad holocena a pleistocena sedimentados en los estuarios que se formaron como consecuencia del avance transgresivo holoceno. En el caso de la Ría de Bilbao, los estuarios están bien desarrollados y en ellos se han propiciado la sedimentación y preservación de importantes espesores de sedimentos.

El suelo se describe como fangos estuarinos de tamaño limo o arcilla, con contenidos variables en arena, que se disponen en horizontes ocasionales intercalados con los depósitos limosos.

- *Rellenos Antrópicos*

Son de origen antropogénicos de elevada extensión superficial que se asocian a materiales procedentes de explanaciones de las fábricas existentes en la zona de estudio.

## 2.3 TECTONICA

Desde el punto de vista estructural no se detectan, ni en antecedentes geológicos ni mediante las investigaciones realizadas, la presencia de estructuras geológicas tales como plegamientos o fallas que pudieran afectar de algún modo a la cimentación de la urbanización o edificaciones.

## 2.4 HIDROGEOLOGÍA

El clima en esta zona es mesotérmico, es decir lluvioso y con temperaturas moderadas. En época de lluvias llueve anualmente una media de 5 mm y las temperaturas oscilan entre los 5 °C y los 27°C.

Hay que destacar la existencia de un nivel freático estable, vinculado al arroyo Galindo y a la Ría de Bilbao, en el cual la elevada impermeabilidad de los suelos impide al nivel freático recuperarse entre las mareas.

### 2.4.1 Caracterización hidrogeológica de los materiales presentes

Es necesario definir las características permeables de los rellenos presentes en las zonas más superficiales, así como de la unidad del cuaternario estuarino y del sustrato rocoso cretácico.

#### - *Caracterización hidrogeológica de los rellenos antrópicos*

Este material de vertido tiene una alta permeabilidad, debido a que son suelos granulares que no se encuentran adecuadamente compactados.

Se trata de GM-SM (gravas limosas y arenas limosas) y GP-GW (gravas mal granuladas o gravas bien graduadas) con una permeabilidad estimada entre 0,05 y 1 centímetro por segundo. Estos materiales se encuentran por encima del nivel freático, por lo que se encuentran semisaturados.

#### - *Caracterización hidrogeológica del cuaternario estuarino*

Son de naturaleza limosa o arcillosa, lo que se les hace muy impermeables. Se trata de ML, CL o ML-CL, con permeabilidad estimada entre  $10^{-4}$  y  $10^{-8}$  centímetro por segundo. Se puede decir que son suelos muy impermeables que se encuentran por debajo del nivel freático por lo que en general están saturados.

#### - *Caracterización hidrogeológica del sustrato rocoso cretácico*

Estos suelos tienen un pequeño nivel acuífero que tiene el sustrato rocoso infrayacente como nivel impermeable. Se estima una permeabilidad media entre de  $10^{-5}$  y  $10^{-9}$  centímetro por segundo.

### 2.4.2 Nivel Freático Local

La cota absoluta del nivel de agua está muy próxima al nivel medio del mar, gracias al sondeo realizado en la zona se puede conocer la posición absoluta del nivel freático:

- Profundidad nivel estabilizado: - 5.65 metros
- Cota absoluta nivel estabilizado: +0.35 metros sobre el nivel del mar

Como se puede ver, el nivel freático se encuentra en el horizonte alterado a suelos limosos con estructura del macizo rocoso cretácico.

## 2.5 RIESGOS GEOLOGICOS

La zona de estudio se encuentra situada en una zona en la que según el mapa geotécnico del IGME a escala 1:200.000 (Bilbao 12), define unas condiciones constructivas desfavorables debido a fenómenos de tipo hidrológico y geotécnico. Estos riesgos se encuentran ligados a la existencia de suelos blandos junto al arroyo Galindo y a la ría de Bilbao.

Como se ha mencionado anteriormente, son suelos de naturaleza limosa o arcillosa y saturados en agua, pueden plantear problemas significativos ligados a una baja o nula capacidad portante y desarrollo de asentamientos significativos ante cargas muy bajas, que puede impondrán el diseño de cimentaciones profundas mediante pilotes en las estructuras.

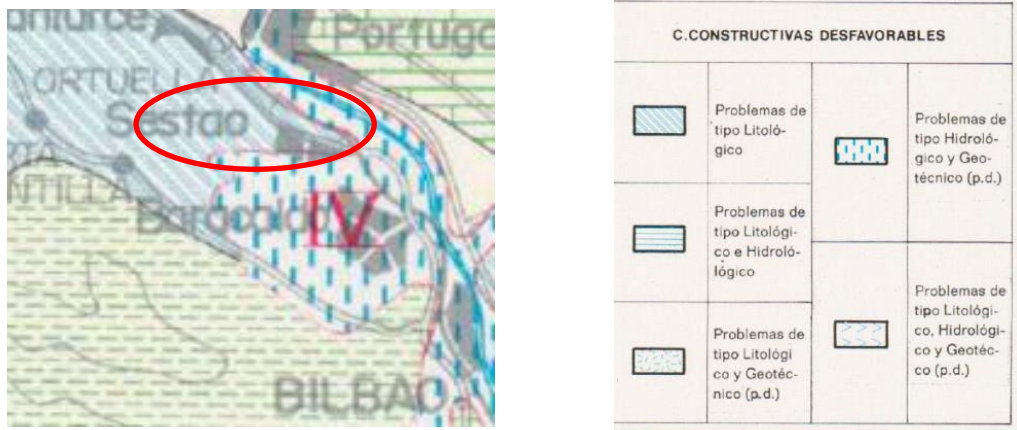


Fig. 5 Recorte del Mapa Geológico de España. Hoja 12 a escala 1:200.000. Rodeando en rojo la zona de estudio.

## 2.6 SISMICIDAD

El País vasco se puede considerar como una zona de actividad sísmica baja, sin embargo el mapa de peligrosidad sísmica en España publicado en el 2002 introduce como nuevas áreas de peligrosidad sísmica las provincias de Álava y Guipúzcoa de la comunidad autónoma del País Vasco. (Figura 6)



Fig. 6 Mapa de peligrosidad sísmica de España elaborado por el Instituto Geográfico Nacional en 2002

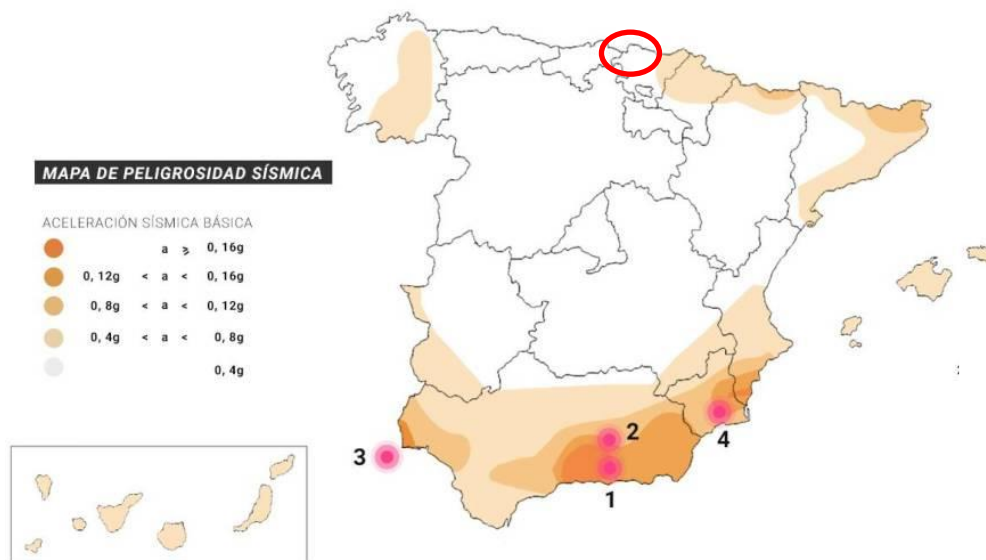
La Norma

que rige

la construcción bajo los efectos sísmicos es la NCSR-02: “Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación”, proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de los edificios.

La NCSE-02 es de aplicación obligatoria, exceptuando los casos siguientes:

- En las construcciones de importancia moderada.
- En las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$ , sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.
- En las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas si la aceleración sísmica de cálculo  $a_c$  es igual o mayor a 0,08 g.



La construcción del pabellón es considerada una obra de moderada importancia lo que quiere decir que tiene una probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos a terceros.

Por ello, de acuerdo con lo expuesto anteriormente no es obligatoria la aplicación de la “Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02” para las obras contempladas en el presente Proyecto.



### 3. AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS Y DEL AGUA

En el estudio que se ha tomado como referencia se llevaron a cabo varios sondeos para estudiar la agresividad de los suelos. El sondeo S-1 es el que se encuentra más próximo a la parcela donde se va a construir el centro deportivo, como indica la figura 8. Aproximadamente a 150 metros. Aunque está al otro lado del arroyo Galindo, el suelo es el mismo, esto se puede comprobar en la figura 3 anteriormente expuesta.

Al final de este anejo se adjuntará un apéndice donde está incluido plano del sondeo S-1, mostrando las capas geológicas existentes.

La profundidad que alcanza el sondeo es 33 metros.



Fig. 8 Situación del sondeo S-1. Rodeado en rojo zona de actuación. Fuente "Estudio informativo del tranvía urbano de Barakaldo"

Los resultados obtenidos de las muestras de suelo son:

- Cota (m): 18.40-19.00
- $SO_3$  (mg/kg): 766
- Agresividad: Media  $Q_B$

En cuanto a la agresividad del agua se obtiene:

- Cota nivel freático: 5.65
- pH: 7.8
- Magnesio  $Mg^{2+}$  (mg/l): 407 → ATAQUE DEBIL
- Amonio  $NH_4^+$  (mg/l): 0
- Sulfato  $SO_4^{2-}$  (mg/l): 873 → ATAQUE MEDIO
- $CO_2$  libre (mg/l): 4
- Residuo Seco (mg/l): 11698
- Tipo de exposición (ataque) Medio  $Q_B$

Por tanto, dado que los suelos y las aguas presentan agresividad al hormigón en grado  $Q_B$ , se recomienda usar hormigón sulfurresistente para un ataque  $Q_B$ . El cemento a emplear deberá tener la característica adicional de resistencia al agua del mar.

## 4. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Debido a la profundidad del sondeo (33 metros) se ha podido diferenciar las diferentes unidades geotécnicas en la zona anteriormente ya mencionadas:

- Rellenos antrópicos cuaternarios.
- Limos fangosos estuarinos cuaternarios.
- Limonitas y areniscas cretácicas.

A continuación se desarrolla la descripción y la caracterización geotécnica de estas unidades.

### 4.1 RELLENOS ANTROPICOS CUATERNARIOS

Se desarrollan en los primeros 5 metros, encontrándose en gran parte del punto de estudio.

La unidad abarca materiales de naturaleza granular a la que se añaden elementos como escombros, basuras vertidas, escorias de fundición o restos vegetales. Se trata de suelos que fueron en su momento dragados.

Compacidad muy reducida ya que han sido sometidos a labores de compactación deficiente incluso nula por simple vertido.

Los ensayos procedentes de este nivel, que se han clasificado según la USCS, pertenecen en un 50% a gravas limosas (GM), y el otro 50% a arenas limosas (SM). Presentan una humedad media del 16,35% con una densidad seca de media 1,70t/m<sup>3</sup>.

En cuanto a la compacidad del suelo se estima floja para la media de la unidad, de la que resulta de un N<sub>30</sub> característico para esta de 6 golpes, por eso se establece que la cohesión de la unidad compuesta por rellenos será nula.

El módulo de deformación efectivo (E) se obtiene a partir de la expresión:  $E=187,5+7,56 \times N_{30}$  (Kg/cm<sup>2</sup>). De ella se deduce un valor de 233 Kg/cm<sup>2</sup>.

Se incluye la siguiente tabla resumiendo los parámetros más importantes:

<b>Tramo</b>	0-4.9 m
<b>Espesor</b>	4.9 m
<b>Clasificación USCS</b>	GM-SM
<b>Contenido medio en finos</b>	40.8%
<b>Límite líquido medio fracción fina</b>	33.9%
<b>Índice de plasticidad medio fracción fina</b>	11.1%
<b>Densidad aparente media, <math>\gamma_{aparente}</math></b>	1.97 t/m <sup>3</sup>
<b>N<sub>30</sub> característico</b>	6 golpes, compacidad Floja
<b>Ángulo de rozamiento efectivo</b>	29º
<b>Módulo de deformación efectivo</b>	233 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Capacidad portante</b>	Muy baja – Nula
<b>Deformabilidad</b>	Elevada

<b>Permeabilidad</b>	Alta (0.05 a 1cm/sg)
<b>Excavabilidad</b>	Fácil

*Tabla 1 Parámetros de la capa de rellenos antrópicos.*

#### 4.2 LIMOS FANGOSOS ESTUARINOS

Esta unidad se compone de suelos cohesivos, sedimentados por la dinámica sedimentaria de estuario de la ría de Bilbao y de sus afluentes, entre ellos el arroyo Galindo.

La cota de aparición se estima entre 5 y 25 metros de profundidad por lo que el espesor de la unidad ronda los 20 metros en zonas próximas al arroyo. Se encuentra en todos los casos bajo horizontes de relleno antrópico y discordante sobre el sustrato cretácico infrayacente.

Esta unidad se encuentra compuesta por limos saturados de baja plasticidad con intercalaciones de horizontes de arenas. Los limos encontrados por el sondeo son claramente de baja plasticidad ML, que según Casagrande se puede aproximar a CL (arcilla de baja plasticidad). Además, se ha encontrado fragmentos de conchas, restos vegetales y madera entre los 9.60 y 12.2 metros.

Las muestras obtenidas por el sondeo se han ensayado y según la USCS, se clasifican como un 33% de arenas limosas (SM), constituyendo horizontes arenosos intercalados en el seno de los limos – arcillas de baja plasticidad (ML-CL) que corresponde con el 67%. Presentan una humedad media del 34.5%, con una densidad seca de media 1,31t/m<sup>3</sup>

Se incluye la siguiente tabla resumiendo los parámetros más importantes:

<b>Tramo</b>	4.90 – 25 m
<b>Espesor</b>	20.10 m
<b>Clasificación USCS</b>	ML o CL. Horizontes intercalados SM
<b>Contenido medio en finos</b>	72,3%
<b>Límite líquido</b>	34.4%
<b>Índice de plasticidad fracción fina</b>	12.3%
<b>Densidad aparente, <math>\gamma_{aparente}</math></b>	1.76 t/m <sup>3</sup>
<b>Resistencia a la compresión simple</b>	15 kPa
<b>N<sub>30</sub> característico</b>	5
<b>Cohesión efectiva</b>	0.6 kPa
<b>Ángulo de rozamiento efectivo</b>	28.3°
<b>Módulo de deformación sin drenaje</b>	111 Kp/cm <sup>2</sup>
<b>Capacidad portante</b>	Muy baja – Nula
<b>Deformabilidad</b>	Muy Elevada
<b>Permeabilidad</b>	Muy Baja (10 <sup>-4</sup> a 10 <sup>-8</sup> cm/sg)

*Tabla 2 Parámetros de la capa de limos fangosos estuarinos.*

### 4.3 CRETACICO. LIMONITAS Y ARENISCAS

Esta unidad constituye el sustrato rocoso local. Está formada por alternancias de horizontes de lutitas con proporciones minoritarias de pasadas areniscas. A 29 metros, en la cercanía de la ría se alcanza el grado III de meteorización y más sobre la superficie el grado V debido a la erosión ocasionada por la invasión marina correspondiente al sistema cuaternario.

#### Grado de meteorización V:

Esta unidad aparece limo de baja plasticidad ML, a una profundidad de 25 – 27.5 metros con un espesor de 2.5 metros.

Su contenido en medio en finos es del 78.3%, con un máximo del 95.5% y mínimo del 58.5%. Presentan una humedad media del 17.8%, con una densidad seca de media 1,732 t/m<sup>3</sup> de lo que se deduce una densidad aparente media de 2.04 t/m<sup>3</sup>.

Esta unidad tiene una consistencia muy firme con resistencias a compresión simple entre 1.0 kg/cm<sup>2</sup> y 4.0 kg/cm<sup>2</sup>.

Se incluye la siguiente tabla resumiendo los parámetros más importantes:

<b>Tramo</b>	25 -27.5 m
<b>Espesor</b>	2.5 m
<b>Clasificación USCS</b>	ML o Limo de baja plasticidad
<b>Contenido medio en finos</b>	78.3%
<b>Limite liquido</b>	29.6%
<b>Índice de plasticidad</b>	12.6%
<b>Densidad aparente, <math>\gamma_{aparente}</math></b>	2.04 t/m <sup>3</sup>
<b>Resistencia a la compresión simple</b>	25 kPa
<b>Cohesión del macizo</b>	50 kPa
<b>Ángulo de rozamiento del macizo</b>	27°
<b>Módulo de deformación del macizo</b>	700 kg/cm <sup>2</sup>

Tabla 3 Parámetros del sustrato rocoso. GM V

#### Grado de meteorización III:

Esta unidad está formada por lutitas arenosas con estratificación mal definida debido a ausencia de micas a una profundidad de 27.5 -30 metros.

Presenta una humedad del 2.44% con una densidad seca de media 2.475t/m<sup>3</sup>

<b>Tramo</b>	27.5 – 30 m
<b>Espesor</b>	2.5 m
<b>Densidad aparente, <math>\gamma_{aparente}</math></b>	2.38 t/m <sup>3</sup>
<b>Resistencia a la compresión simple</b>	5.2 MPa
<b>Cohesión</b>	0.109 MPa
<b>Ángulo de rozamiento del macizo</b>	16°

Tabla 4 Parámetros del sustrato rocoso. GM III

A una profundidad mayor de 30 metros, encontramos roca sana y fragmentos de lutitas.

<b>Tramo</b>	> 30 m
<b>Densidad aparente, <math>\gamma_{aparente}</math></b>	2.57 t/m <sup>3</sup>
<b>Resistencia a la compresión simple</b>	6.7 MPa
<b>Cohesión</b>	0.447 MPa
<b>Ángulo de rozamiento del macizo</b>	27°
<b>Módulo de deformación</b>	3162 Mpa

Tabla 5 Parámetros del sustrato rocoso. GM III

## 5. EXCAVABILIDAD

Se determina las características con que contarán las unidades geotécnicas implicadas en las tareas de excavación a llevar a cabo. El sondeo S-1 que se ha tomado como referencia del “Estudio informativo del tranvía urbano de Barakaldo” ha resuelto la siguiente columna geotécnica:

Cotas (metros)	Material	Excavabilidad
0 – 4.9	Relleno Antrópico	Fácil
4.9 – 25	Limos fangosos estuarinos	Fácil
25 – 27.5	Limonitas y areniscas. Macizo rocoso GM V	Medio
27.5 – 30	Limonita alterada. Macizo rocoso GM III	Medio
>30	Roca sana	Difícil

Tabla 6 Resumen de las unidades geotécnicas

La excavabilidad se clasifica en tres grados según su dificultad:

- Fácil: Se puede excavar con métodos tradicionales existentes como la pala retroexcavadora o similar.
- Media: Es necesario el empleo parcial de martillo romperrocas y/o voladuras.
- Difícil: Es necesario el empleo continuo de martillo y/o voladura.

## 6. CIMENTACIONES

La zona presenta una topografía prácticamente horizontal y en cuanto al terreno, destaca la capa de relleno antrópico que se encuentra en los primeros 5 metros. Entre el relleno y el sustrato rocoso se encuentran materiales de origen aluvial.

Generalmente no es recomendable cimentar sobre rellenos cuando estos no se han colocado mediante un procedimiento controlado, sin embargo debido a la densidad de esta capa y contando con los antecedentes de su antigüedad y su origen, se permitirá contar con un comportamiento admisible de los mismos frente a cargas bajas como pueden ser las transmitidas por la solera de la nave.

En este proyecto se diseña una cimentación superficial formada de zapatas aisladas con vigas de atado.

Por lo tanto, para homogeneizar los primeros metros sobre los que se asentaran las soleras, se deberá llevar a cabo un nuevo relleno controlado y de buena calidad. Se recomienda una capa de un metro por debajo de las zapatas, en toda la superficie. Aunque primero, será necesario retirar los rellenos existentes y sustituirlos por los nuevos.

En este proyecto no se tendrá en cuenta la demolición de la actual nave, se partirá de una supuesta demolición previa tras la que se habrán efectuado las tareas de excavación y preparación de la explanada antes ocupada por la cimentación antigua y que se aprovechara en el proyecto existente.

La profundidad de la tierra retirada corresponde al canto de las zapatas antiguas más el espesor del hormigón de limpieza necesario para el apoyo de estas. Un total de 1,5 metros.



## 7. BIBLIOGRAFIA

Mapa geológico <https://www.eve.eus/Aula-didactica/Publicaciones/Geologia/Mapa-Geologico-del-Pais-Vasco-a-escala-1-25-000/Mapa-Geologico.aspx?lang=es-ES>

Datos geológicos:

[http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/documentacion/sintesis\\_geologica/es\\_def/adjuntos/sintesia.pdf](http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/documentacion/sintesis_geologica/es_def/adjuntos/sintesia.pdf)

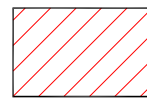
Instituto geográfico nacional <http://www.ign.es/web/ign/portal/mapas-sismicidad>

# APENDICE 3.1

## PLANOS

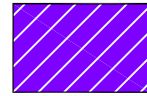
# LEYENDA

## UNIDADES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS



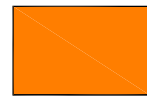
RELLENO DE MATERIAL SELECCIONADO.

UG-0



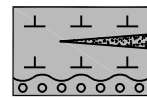
RELLENO SELECCIONADO EN SITUACIÓN DE PLANEAMIENTO FUTURO.

UG-1



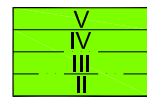
RELLENOS ANTRÓPICOS. ARENAS Y GRAVAS CON RESTOS ANTRÓPICOS. DEBILMENTE COMPACTADOS.

UG-2



FANGOS ESTUARINOS. LIMOS BLANDOS GRISES. INTERCALACIONES DE ARENA OCASIONALES. NIVEL BASAL DE GRAVA LIMOLÍTICA Y ARENISCOSA. BASE EROSIVA

UG-3



CRETÁCICO. COMPLEJO URGONIANO, FACIES FLYSCHOIDES. LIMOLITAS FINALMENTE ESTRATIFICADAS CON HORIZONTES OCASIONALES DE ARENISCAS. ESTRATIFICACIÓN SUBVERTICAL. SE INDICA GRADO DE METEORIZACIÓN SEGÚN MOYE (1955).

### INVESTIGACIONES REALIZADAS PARA ESTE ESTUDIO

S-1, S-2, S-3



SONDEOS ESTUDIO INFORMATIVO TRANVÍA URBANO DE BARAKALDO, INECO 2011.



CONTACTO EROSIVO.



NIVEL FREÁTICO (JULIO DE 2011)

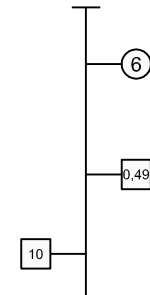


NIVEL FREÁTICO SUPUESTO (JULIO DE 2011)



ZONA DE FALLA.

### ENSAYOS INSITU Y RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO



GOLPEO N<sub>30</sub> (SPT)

RCS EN SUELOS (Kg/cm<sup>2</sup>)

RCS EN ROCA (MPa)

### INVESTIGACIONES PROYECTOS ANTERIORES

S-6



PROYECTO CONSTRUCTIVO LEIOA-URBINAGA. FULCRUM 2011.

S-2, S-4



ESTUDIO INFORMATIVO LEIOA-URBINAGA. INECO 2009.

SM-1, SM-2, SN-1



ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL CIERRE NORTE DE LA CIRCUNVALACIÓN DE BARAKALDO. SENER 1998.

SB-27



METRO DE BILBAO. SENER 1993.

SBA-6



CONSORCIO DE AGUAS GRAN BILBAO. ANTERIORES A 1984.

S-38, S-39, S-40



PUERTO AUTÓNOMO DE BILBAO. 1940.

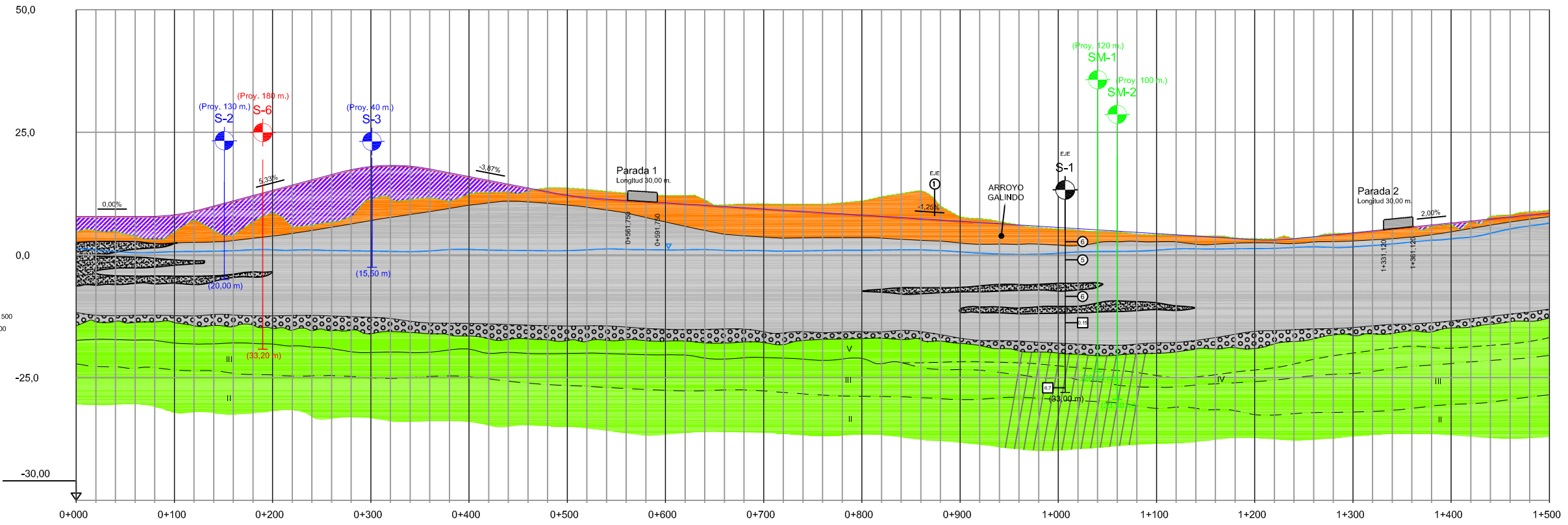
PRIMERA EMISIÓN	FEB12	JC	JLA	NO
REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP. OBRA

BERRIKUSPENAK / REVISIONES

AHOLKULARIA / CONSULTOR	INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR
<b>inco</b> bzk	 Pablo Ramos Trujillo Nº Col.: 13.578

AHOLKULARIA ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR	ERREFERENTZIA REFERENCIA
100547	

PLANOAREN IZENBURUA TITULO DEL PLANO	LEYENDA	PLANO-ZK / N. PLANO
PERFIL LONGITUDINAL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO EJE INTERIOR		AP-3
		ORRIA / HOJA
		0 Sigue 6



ESTACION	COTAS DE TERRENO	COTAS DE RASANTE	COTA ROJA DESMONTE	COTA ROJA TERRAPLEN
0+000	4,675	7,850		3,175
0+050	4,976	7,850		2,874
0+100	4,889	7,850		2,961
0+150	3,815	7,850		4,035
0+200	3,316	7,872		4,555
0+250	4,723	8,204		3,481
0+300	7,250	8,935		1,686
0+350	5,000	9,979		4,980
0+400	3,995	11,046		7,051
0+450	6,784	12,113		5,329
0+500	8,656	13,180		4,524
0+550	5,693	14,247		8,554
0+600	6,080	15,314		9,234
0+650	6,692	16,381		9,688
0+700	7,835	17,381		9,546
0+750	11,345	18,017		6,672
0+800	11,580	18,252		6,673
0+850	11,293	18,088		6,795
0+900	11,709	17,524		5,815
0+950	10,961	16,750		5,790
1+000	12,461	15,976		3,516
1+050	12,758	15,202		2,444
1+100	12,884	14,428		1,544
1+150	12,963	13,655	0,797	0,692
1+200	13,677	12,881	1,466	
1+250	13,644	12,178	1,702	
1+300	13,376	11,674	1,613	
1+350	12,977	11,365	1,527	
1+400	12,642	11,115	1,480	
1+450	12,346	10,866	1,492	
1+500	12,109	10,616	1,742	
	12,108	10,367	1,169	
	11,286	10,117	0,375	
	10,243	9,868	0,750	
	10,368	9,618	1,057	
	10,426	9,369	1,208	
	10,327	9,120	1,452	
	10,322	8,870	1,696	
	10,316	8,621	2,277	
	10,648	8,371	2,889	
	11,011	8,122	4,014	
	11,887	7,872	4,905	
	12,528	7,623	5,657	
	13,030	7,373	2,818	
	9,941	7,124	0,893	
	7,768	6,875	0,814	
	7,439	6,625	0,454	
	6,830	6,376	0,033	0,033
	6,093	6,126	0,259	0,259
	5,617	5,877	0,343	0,343
	5,284	5,627	0,283	0,283
	5,095	5,378	0,386	0,386
	4,743	5,128	0,159	0,159
	4,720	4,879	0,346	0,346
	4,283	4,630	0,247	0,247
	4,133	4,380	0,080	0,080
	4,051	4,131	0,038	0,038
	3,919	3,881	0,269	0,269
	3,901	3,632	0,081	0,081
	3,463	3,382	0,210	0,210
	3,342	3,133	0,263	0,263
	3,300	3,037	0,005	0,005
	3,321	3,326	0,184	0,184
	3,542	3,726	0,079	0,079
	4,416	4,126	0,095	0,095
	4,447	4,526	0,326	0,326
	4,831	4,926	0,410	0,410
	5,455	5,326	0,018	0,018
	6,028	5,726	0,559	0,559
	5,800	6,126	0,405	0,405
	6,116	6,526	0,726	0,726
	6,908	6,926	0,591	0,591
	7,885	7,326		
	8,131	7,726		
	8,651	8,126		
	9,117	8,526		

REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA
A	PRIMERA EMISION	FEB12	JC	JLA	NO

BERRIKUSPENAK / REVISIONES	
AHOLKULARIA / CONSULTOR	INGENIARI EGILEA / INGENIERO AUTOR
inco <b>bz</b> k	Pablo Ramos Trujillo Nº Col.: 13.578
AHOLKULARIA ERREFERENTZIA / REFERENCIA CONSULTOR	ERREFERENTZIA / REFERENCIA
100547	

<b>EUSKO JAURLARITZA</b>	<b>GOBIERNO VASCO</b>
ETXEBIZITZA, HERRI LAN ETÁ GARRAIO SAILA	DEPARTAMENTO DE VIVIENDA OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES

**et** euskal trenbide sarea

PROIEKTUAREN KUSKAPENA ETA ZUZENDARITZA  
INSPECCION Y DIRECCION DEL PROYECTO

ESKALA ORIGINALA:  
ESCALA ORIGINAL (DIN-A1)  
E.H 1/2.500  
E.V 1/500

ESKALA GRAFIKOA  
ESCALA GRAFICA

PROIEKTUAREN IZENBURUA  
TITULO DEL PROYECTO

### ESTUDIO INFORMATIVO DEL TRANVÍA URBANO DE BARAKALDO

PLANOAREN IZENBURUA  
TITULO DEL PLANO

### PERFIL LONGITUDINAL GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO EJE INTERIOR

PLANO-ZK / N. PLANO

**AP-3**

ORRI / HOJA

1 Sigue 6

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 4 – CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



## INDICE

1.	INTRODUCCION.....	1
2.	MARCO DE REFERENCIA GEODESICO .....	1
3.	VERTICES GEODESICOS .....	1
3.1	SERANTES 1982 .....	2
3.2	BITARRATXO .....	4
3.3	MUNARRIKOLANDA.....	6
3.4	KOBETA .....	8
4.	BASES DE REPLANTEO.....	10
5.	BIBLIOGRAFIA.....	11

## INDICES DE TABLAS

Tabla 1	Bases de replanteo del perímetro .....	10
Tabla 2	Bases de replanteo del edificio.....	10

## 1. INTRODUCCION

El presente anejo tiene como objetivo encuadrar la obra del Nuevo Centro Deportivo para la Sociedad de remo Kaiku realizando un replanteo de los puntos significativos.

Para realizar el replanteo topográfico, se debe disponer de una red de puntos de coordenadas (x, y, z) conocidas, cuya posición sea permanente y fiable. A estos puntos se les conoce como Puntos de Referencia. Se debe disponer al menos de dos Puntos de Referencia para el correcto encuadre del edificio.

Siempre que sea posible se utilizarán Vértices Geodésicos como Puntos de Referencia, estos son puntos que indican una posición geográfica exacta. Están en sitios altos y despejados desde los que se pueden divisar otros puntos similares, así como desde una infinidad de localizaciones.

## 2. MARCO DE REFERENCIA GEODESICO

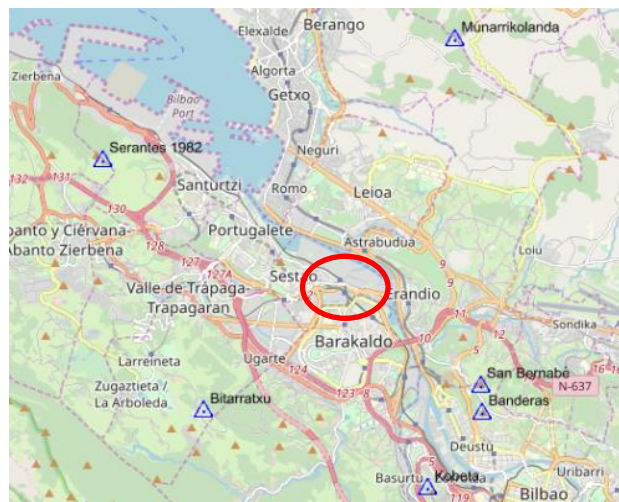
En España se adopta el sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989) como sistema de referencia geodésico oficial para la referenciación geográfica y cartográfica en el ámbito de la Península Ibérica y las Islas Baleares. En el caso de las Islas Canarias, se adopta el sistema REGCAN95. Según lo establece el *Real Decreto 1071/2007*.

Para el estudio topográfico se ha empleado la cartografía oficial disponible en la web de la Diputación Foral de Bizkaia.

- Mapa cartográfico del término municipal de Sestao: Escala 1:500, hoja 914-3C

## 3. VERTICES GEODESICOS

Los vértices Geodésicos más cercanos a la ubicación del edificio son los mostrados en la *Figura 1*, corresponden a Serantes 1962, Bitarratxo, Munarrikolanda y Kobeta:



*Fig. 1 Vértices Geodésicos próximos a la ubicación del pabellón.*

A continuación se adjuntan las fichas técnicas proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional del Gobierno de España (IGN) de los vértices geodésicos. En estas fichas aparecen las coordenadas UTM de cada vértice.

### 3.1 SERANTES 1982



**Área de Geodesia**  
 Subdirección General de Geodesia y Cartografía

#### Reseña Vértice Geodésico 1-nov-2018

**Número.....:** 3730  
**Nombre.....:** Serantes 1982  
**Municipios.....:** Santurtzi  
**Provincias.....:** Bizkaia  
**Fecha de Construcción.....:** 08 de diciembre de 1982  
**Pilar sin centrado forzado...:** 1,20 m de alto, 0,30 m de diámetro.  
**Último cuerpo.....:** 0,50 m de alto, 1,00 m de ancho.  
**Total cuerpos.....:** 1 de 0,50 m de alto.

**Coordenadas Geográficas:**

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 3° 03' 40,5512"	- 3° 03' 45,24612" ±0.106 m
Latitud.....:	43° 20' 07,6827"	43° 20' 03,75982" ±0.087 m
Alt. Elipsoidal...:		500,831 m ±0.125 (BP)
Compensación...:	18 de marzo de 1998	01 de noviembre de 2009 Elipse de error al 95% de confianza

**Coordenadas UTM. Huso 30 :**

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	495033,48 m ( 0.039)	494927,897 m
Y.....:	4798157,68 m ( 0.048)	4797949,863 m
Factor escala....:	0,999800303	0,999800317
Convergencia...:	- 0° 02' 31"	- 0° 02' 35"
<b>Altitud sobre el nivel medio del mar:</b>	451,277 m. (BP)	

**Situación:**  
 Situado en la parte más alta del cerro Serantes, en terreno de erial y entre las ruinas de un torreón y una antena abandonada.

**Acceso:**  
 Desde Santurtz, por la calle de Vista Alegre, que luego continúa de tierra como camino y sube al castillo. A los 300 m. se acaba la calle y se sigue el camino, que sube muy suave, a los 3,4 Km. se deja una bifurcación a la derecha, a los 4,2 Km. se pasa junto a las ruinas del castillo y a los 5,6 Km. se llega a la señal.

**Horizonte GPS:**  
 Posible sombra de las ruinas de un torreón.



NO EXISTE CROQUIS

**Observaciones:**  
 Denominación anterior del vértice era Serantes 82  
 Se encuentra a unos 25 m. del vértice destruido Serantes (37-29)  
 Informe del estado del Vértice: <http://tp.geodesia.ign.es/utilidades/infoRG.pdf>

CF: Centrado Forzado. CP: Cabeza Pilar. BP: Base Pilar. CN: Clavo Nivelado. CS: Clavo Suelo.  
 @: anulado, ® no pertenece a bloque de compensación, ® recrecido, reparado o reconstruido.

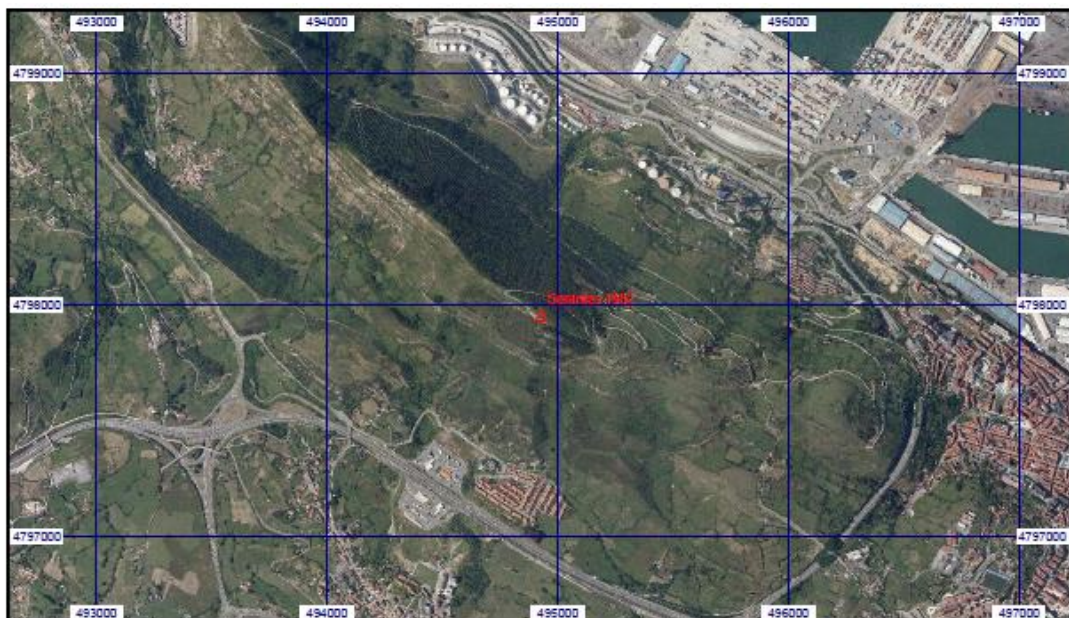
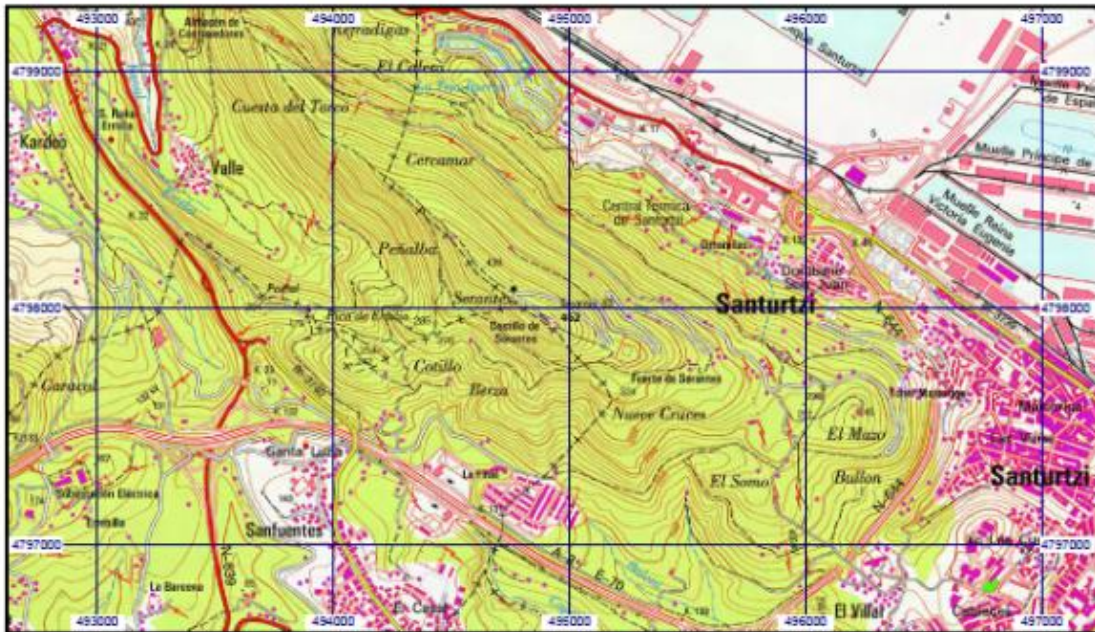




Área de Geodesia  
Subdirección General de Geodesia y Cartografía

Cartografía de situación 1-nov-2018

Escala 1:25.000 03730 Serantes 1982 Coordenadas ETRS89. Huso 30



## 3.2 BITARRATXO



**Área de Geodesia**  
 Subdirección General de Geodesia y Cartografía

### Reseña Vértice Geodésico

1-may-2019

Número.....: **6146**  
 Nombre.....: **Bitarratxu**  
 Municipios: Valle de Trápaga-Trapagaran  
 Provincias: Bizkaia  
 Fecha de Construcción.....: 26 de octubre de 1992  
 Pilar sin centrado forzado.: 1,20 m de alto, 0,32 m de diámetro.  
 Último cuerpo.....: 1,06 m de alto, 1,00 m de ancho.  
 Total cuerpos.....: 1 de 1,06 m de alto.

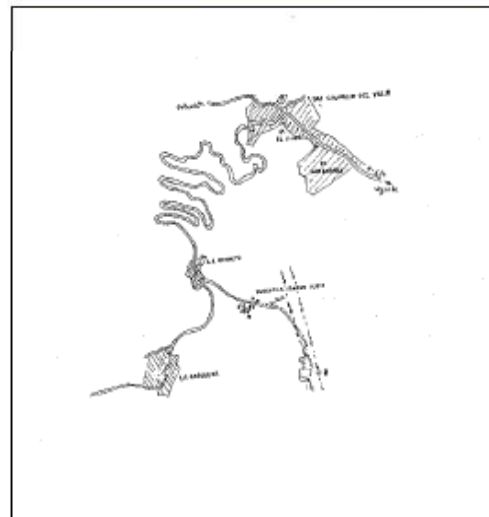
Coordenadas Geográficas:  
 Sistema de Ref.: ED 50 ETRS89  
 Longitud.....: -3° 01' 55,5531" -3° 02' 00,24371" ±0.077 m  
 Latitud.....: 43° 16' 55,5434" 43° 16' 51,61544" ±0.068 m  
 Alt. Elipsoidal...: 571,104 m ±0.076 (BP)  
 Compensación.: 18 de marzo de 1998 01 de noviembre de 2009  
 Elipse de error al 95% de confianza.

Coordenadas UTM. Huso 30 :  
 Sistema de Ref.: ED 50 ETRS89  
 X.....: 497395,62 m ( 0.032) 497289,976 m  
 Y.....: 4792228,99 m ( 0.04) 4792021,155 m  
 Factor escala.....: 0,999600083 0,999600090  
 Convergencia...: -0° 01' 19" -0° 01' 22"  
 Altitud sobre el nivel medio del mar: 521,228 m. (BP)

Situación:  
 Situado en lo alto del monte Bitarratxo, en terreno de pasto, a unos 500 m. al N.E. de una gran torre de hormigón de Telefónica.

Acceso:  
 Desde San Salvador del Valle-Trapagarán, por la carretera a La Arboleda, al pasar por el núcleo urbano de La Reineta, a su salida y en plena curva, se entra a mano izquierda por un camino con firme de hormigón que sube al grupo de casas de Parcocha-Barrio Nuevo, dejándolas a la derecha y siguiendo por una explanada con varios caminos, al final de dicha explanada se deja el camino de la izquierda, que baja, continuando por el de la derecha que al poco empieza a subir y es el acceso al caserío Bitarratxo y a un repetidor de Telefónica. Antes de llegar al caserío se deja el coche en la divisoria de aguas, cerca de unas columnas de alta tensión. A pie, o en vehículo T.T. hacia la izquierda, hay unos 300 m. hasta el vértice.

Horizonte GPS:  
 Despejado



Observaciones:  
 Denominación anterior del vértice era Bitarratxo  
  
 Estado: 21 de abril de 2014  
 Pilar: Bueno Base: Bueno  
 Informe del estado del vértice: <http://ftp.geodesia.jrc.es/utmbases/infoRG.pdf>

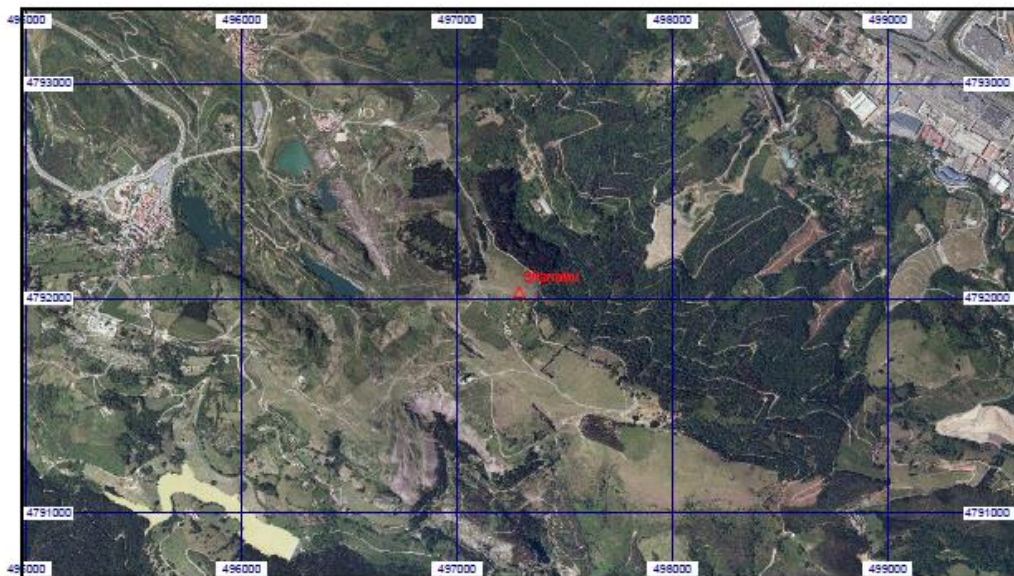
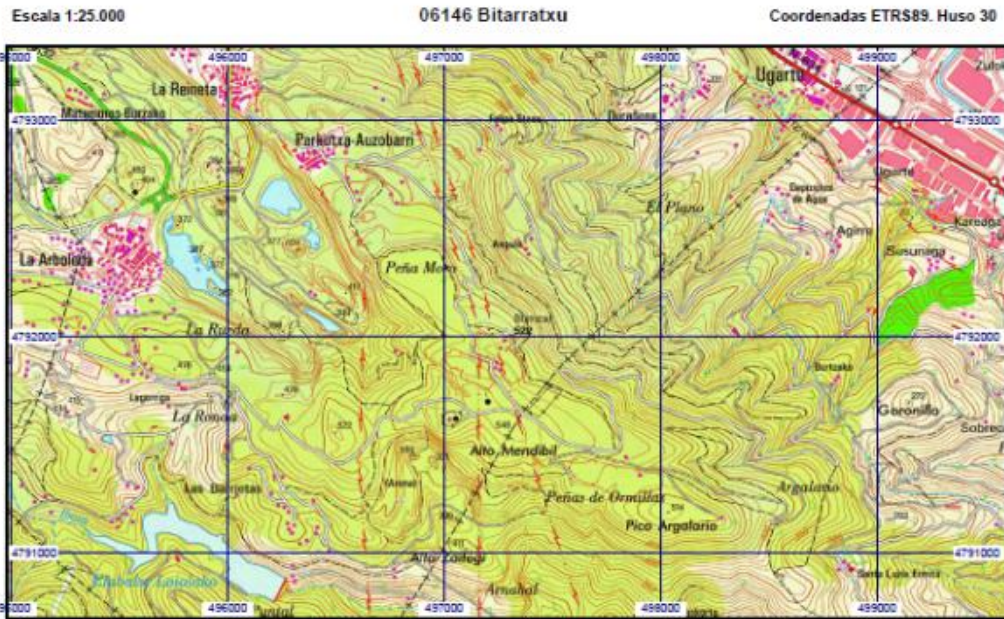
CF: Centrado Forzado. CP: Cabeza Pilar. BP: Base Pilar. CN: Clavo Nivelado. CS: Clavo Suelo.  
 @ anillado, © no pertenece a bloque de compensación, ® recrecido, reparado o reconstruido.



GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE FOMENTO INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

Área de Geodesia  
Subdirección General de Geodesia y Cartografía

Cartografía de situación 1-may-2019





### 3.3 MUNARRIKOLANDA



**Área de Geodesia**  
 Subdirección General de Geodesia y Cartografía

#### Reseña Vértice Geodésico

1-nov-2018

Número.....: **3761**  
 Nombre.....: **Munarrikolanda**  
 Municipios: Berango; Sopelana  
 Provincias: Bizkaia  
 Fecha de Construcción.....: 04 de julio de 1992  
 Pilar sin centrado forzado.: 1,20 m de alto, 0,30 m de diámetro.  
 Último cuerpo.....: 0,20 m de alto, 1,00 m de ancho.  
 Total cuerpos.....: 1 de 0,20 m de alto.

#### Coordenadas Geográficas:

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 2° 57' 33,4501"	- 2° 57' 38,13261" ±0.068 m
Latitud.....:	43° 21' 39,8723"	43° 21' 35,95263" ±0.07 m
Alt. Elipsoidal...:		303,509 m ±0.068 (BP)
Compensación...:	18 de marzo de 1998	01 de noviembre de 2009 Elipse de error al 95% de confianza.

#### Coordenadas UTM. Huso 30 :

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	503298,72 m ( 0.039)	503193,234 m
Y.....:	4801000,68 m ( 0.047)	4800792,739 m
Factor escala...:	0,999800134	0,999800125
Convergencia...:	0° 01' 41"	0° 01' 37"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 254,301 m. (BP)

#### Situación:

Situado en la parte más alta del monte Munarrikolanda, en terreno de monte bajo, aunque al O. hay eucaliptos. La señal está a 10,30 m. al S.E. de un antiguo nido de ametralladoras de hormigón y entre las dos escalerillas de entrada.

#### Acceso:

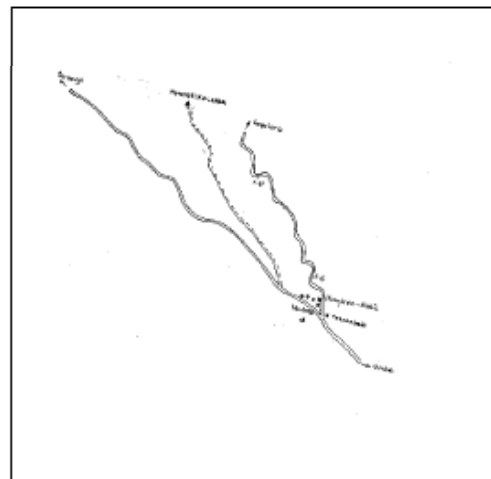
Desde Berango, por la carretera hacia Unbe, recorridos unos 5 Km. y unos 450 m. antes de empalmar con la carretera Sopelana-Unbe, se entra a la izquierda por una pista que vuelve hacia atrás, con firme de piedra muy áspero al principio y luego de tierra. En tiempo seco se puede llegar hasta la señal, tras recorrer 1,7 Km.

#### Horizonte GPS:

Despejado



Munarrikolanda



#### Observaciones:

CF: Centrado Forzado. CP: Cabeza Pilar. BP: Base Pilar. CN: Clavo Nivelado. CS: Clavo Suelo.  
 @ anulado, © no pertenece a bloque de compensación, ® recrecido, reparado o reconstruido.

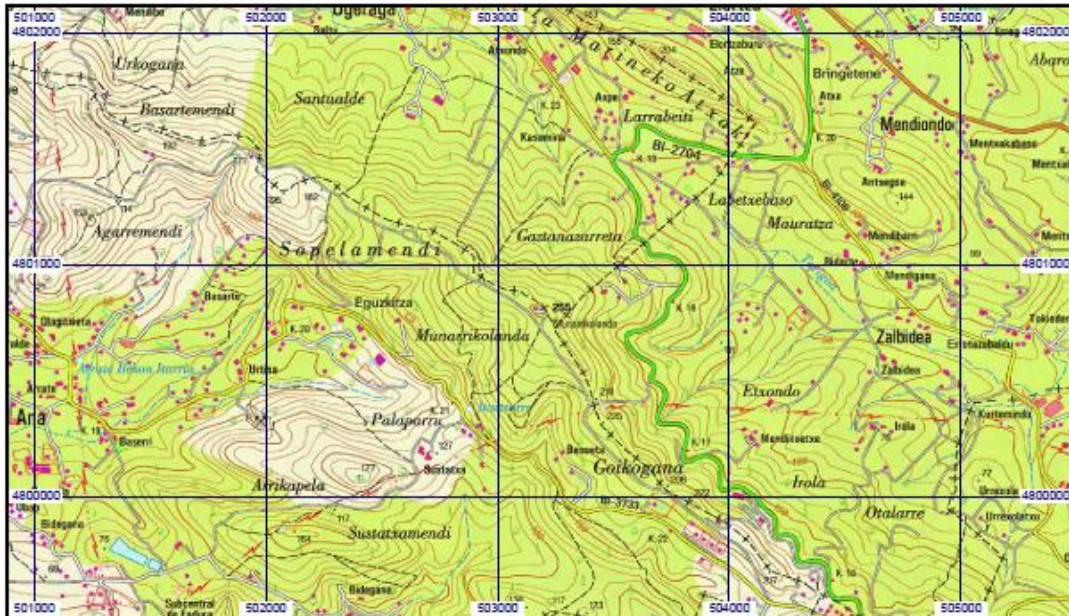
Informe del estado del Vértice: [ftp://ftp.geodesia.lgn.es/utilidades/infoRG.pdf](http://ftp.geodesia.lgn.es/utilidades/infoRG.pdf)



Área de Geodesia  
Subdirección General de Geodesia y Cartografía

Cartografía de situación 1-nov-2018

Escala 1:25.000 03761 Munarrikolanda Coordenadas ETRS89. Huso 30





### 3.4 KOBETA



**Área de Geodesia**  
 Subdirección General de Geodesia y Cartografía

#### Reseña Vértice Geodésico

1-nov-2018

Número.....: **6101**  
 Nombre.....: **Kobeta**  
 Municipios: Bilbao  
 Provincias: Bizkaia  
 Fecha de Construcción.....: 01 de enero de 1970  
 Pilar sin centrado forzado...: 1,17 m de alto, 0,32 m de diámetro.  
 Último cuerpo.....: 0,50 m de alto, 1,00 m de ancho.  
 Total cuerpos.....: 1 de 0,50 m de alto.

— Coordenadas Geográficas: —  

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
Longitud.....:	- 2° 58' 01,6594"	- 2° 58' 06,34303" ±0.024 m
Latitud.....:	43° 15' 56,2486"	43° 15' 52,31841" ±0.056 m
Alt. Elipsoidal...:		247,575 m ±0.06 (BP)
Compensación...:	18 de marzo de 1998	01 de noviembre de 2009 Elipse de error al 95% de confianza.

— Coordenadas UTM. Huso 30 : —  

Sistema de Ref.:	ED 50	ETRS89
X.....:	502667,93 m ( 0.033)	502562,264 m
Y.....:	4790399,82 m ( 0.033)	4790191,889 m
Factor escala....:	0,999600088	0,999600081
Convergencia...:	0° 01' 21"	0° 01' 18"

Altitud sobre el nivel medio del mar: 197,704 m. (BP)

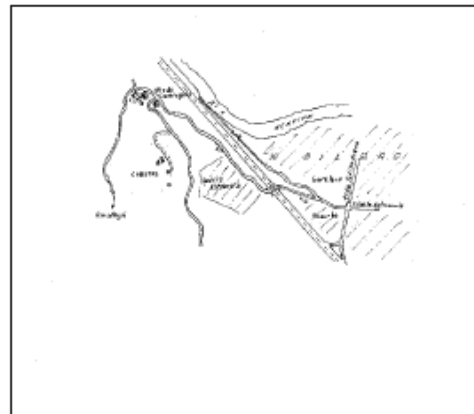
— Situación: —  
 Situado en el cerro Castillo de Cobetas, en terreno de pasto y arbustos.

— Acceso: —  
 Desde Bilbao se sale por la carretera a Alonsotegi y Valmaseda, que es la prolongación de la C/ de la Autonomía, se cruza la autopista A-8, se deja a la izquierda el barrio de Altamira y al llegar al Alto de Castejana, Km. 4,650, donde está la fábrica de Pepsi Cola, se toma a la izquierda la carretera a Monte Arraiz; recorridos unos 400 m., se sigue a la derecha por una pista que a los 500 m. llega a lo alto, muy próximo a la señal.

— Horizonte GPS: —  
 Despejado



Cobetas



— Observaciones: —  
 Denominación anterior del vértice era Cobetas

CP: Centrado Forzado. CP: Cabeza Pilar. BP: Base Pilar. CN: Clavo Nivelado. CS: Clavo Suelo.  
 @ anillado, © no pertenece a bloque de compensación, ® recrecido, reparado o reconstruido.

Informe del estado del Vértice: [ftp://ftp.ign.es/ign/geodesia/ign.es/utilidades/InfoRG.pdf](http://ftp.ign.es/ign/geodesia/ign.es/utilidades/InfoRG.pdf)



Área de Geodesia  
Subdirección General de Geodesia y Cartografía

Cartografía de situación

1-nov-2018

Escala 1:25.000

06101 Kobeta

Coordenadas ETRS89. Huso 30



## 4. BASES DE REPLANTEO

El hecho de no poder divisar correctamente todos los Vértices Geodésicos desde la zona de actuación, hace necesario implantar nuevas bases de replanteo.

Es común utilizar dispositivos con sistema de posicionamiento GPS, pero en este caso no se cuenta con este equipo, por lo que se utilizaran puntos fijos localizados en las proximidades de la obra.

Se han dispuesto un total de 15 puntos de replanteo, 7 de ellos representan el perímetro de la zona y los otros 8 los puntos significativos de la obra, entre ellos los cuatro vértices de la nave. Los puntos elegidos se pueden ver en los *Planos 3 y 4 de replanteo*.

### **BASES DE REPLANTEO DEL PERIMETRO DE LA OBRA**

	X	Y
E1	501536.574	4794567.175
E2	501500.902	4794546.357
E3	501492.332	4794533.550
E4	501528.756	4794523.998
E5	501603.876	4794501.011
E6	501593.714	4794561.065
E7	501545.727	4794565.398

*Tabla 1 Bases de replanteo del perímetro*

### **BASES DE REPLANTEO DE LA NAVE**

	X	Y
A1	501544.1885	4794559.6187
A2	501591.8339	4794553.7953
A3	501587.8303	4794526.8625
A4	501540.1849	4794525.6358
A5	501568.0112	4794556.7070
A6	501564.0076	4794523.9508
A7	501543.1876	4794551.4297
A8	501584.8773	4794546.3341

*Tabla 2 Bases de replanteo del edificio.*

## 5. BIBLIOGRAFIA

Instituto Geográfico Nacional: <http://www.ign.es>

Diputación de Bizkaia <http://www.bizkaia.eus>



GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 5 – ESTUDIO DE ALTERNATIVAS***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking privado (Sestao)



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MÉTODO DE LA MEDIA PONDERADA .....	2
3.	DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS.....	2
3.1	ALTERNATIVA 1.....	2
3.2	ALTERNATIVA 2.....	5
3.3	ALTERNATIVA 3.....	7
3.4	CRITERIOS DE ELECCIÓN .....	9
3.5	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	10
4.	TIPOLOGIA ESTRUCTURAL .....	11
4.1	ACERO .....	11
4.2	HORMIGÓN ARMADO.....	12
4.3	CRITERIO DE ELECCION .....	12
4.4	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	13
5.	FACHADA .....	14
5.1	PANEL DE HORMIGÓN .....	14
5.2	PLACA METÁLICA “PANEL SÁNDWICH” .....	14
5.3	CHAPA METÁLICA GALVANIZADA.....	15
5.4	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	15
6.	CUBIERTA.....	16
6.1	CUBIERTA DECK .....	16
6.2	PANEL SÁNDWICH .....	16
6.3	CHAPA SIMPLE.....	16
6.4	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	17
7.	BIBLIOGRAFIA.....	18

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Distribución espacios Alternativa 1 .....	4
Tabla 2.	Distribución espacios Alternativa 2 .....	7
Tabla 3	Distribución espacios Alternativa 3 .....	9
Tabla 4	Evaluación de alternativas sobre distribución interior .....	9
Tabla 5	Evaluación de materiales sobre la Tipología Estructural .....	13

## 1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene el objetivo de describir distintas alternativas en cuanto a diseño y materiales para la construcción del Nuevo Centro deportivo para la Sociedad de remo Kaiku. Finalmente se comparan y se escoge la opción más adecuada utilizando el Método de la Media Ponderada.

El nuevo pabellón que se proyecta deberá tener espacio suficiente para el almacenamiento de las diferentes embarcaciones necesarias para la práctica del remo, además de la zona destinada a los deportistas como vestuarios, aseos, gimnasio...; Según se ha expuesto en el objeto del proyecto, se pretende que el pabellón albergue también, un museo, una zona administrativa, una sala de juntas y otra para descanso y reunión de los deportistas.

En cuanto a las dimensiones de la instalación, se han diseñado 3 alternativas incluyendo un aparcamiento privado en ambas; cada una cuenta con distintos beneficios que cumplirá en mayor o menor medida con las principales funciones para lo que se diseña. Por ello, se procederá a analizar las alternativas según los criterios que se consideran adecuados para la selección de la mejor opción.

Para la tipología estructural, cerramiento de cubierta y fachada, también se definen los posibles materiales y se comparan para determinar el más adecuado para cada parte de la construcción.

## 2. MÉTODO DE LA MEDIA PONDERADA

En este apartado se explica la metodología aplicada para la selección de las diferentes alternativas propuestas tanto para el diseño como para los materiales.

Primeramente se definen los criterios de evaluación que se tendrán en cuenta y se le asigna un peso ( $p_1, p_2, \dots$ ) en función de la importancia de cada uno. Una vez analizadas las alternativas, se califican los criterios con una puntuación máxima de 10.

A continuación, se hace la suma de los productos de las calificaciones por el peso de cada criterio y se divide por la suma total de los pesos:

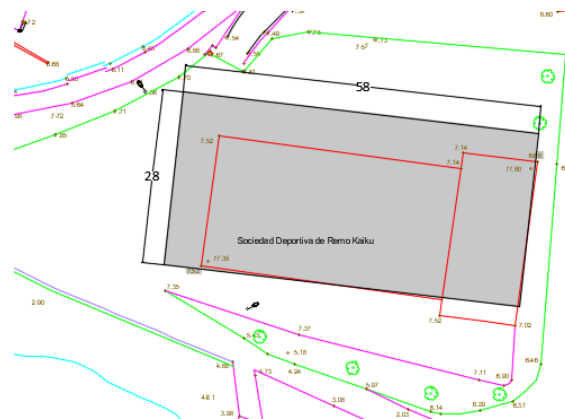
$$MP = \frac{p_1 X_1 + p_2 X_2 + \dots + p_N X_N}{p_1 + p_2 + \dots + p_N}$$

Por último se elige la alternativa con mayor calificación.

## 3. DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS

### 3.1 ALTERNATIVA 1

Se propone aumentar las dimensiones del pabellón actual ocupando parte del parking superficial como se muestra en la *Figura 1* trasladándolo a un sótano habilitado bajo el pabellón. La nave actual cuenta con una extensión de 22 x 40 metros, más el añadido final de 12 x 27 metros, en total suman un área de 1200 m<sup>2</sup>.



*Fig. 1 Ubicación pabellón Alternativa 1. Elaboración Propia*

El nuevo pabellón se diseña con unas dimensiones de 28 x 58 metros en planta, superficie ocupada de 1624 m<sup>2</sup> distribuyendo sus estancias en dos alturas. El parking estará ubicado en el inferior de la nave acondicionando la entrada de vehículos que tienen actualmente para la entrada a este.



En el lado paralelo a la ría, se dejará un espacio para maniobras con las embarcaciones con una vía de salida del pabellón a la ría de 8 metros de anchura. Esta vía comunica al pabellón con el pantalán flotante para la entrada y salida de las embarcaciones a la ría.

Por el contrario, en el lado opuesto se acondicionará una explanada para el estacionamiento de vehículos aptos para el transporte de estas embarcaciones.

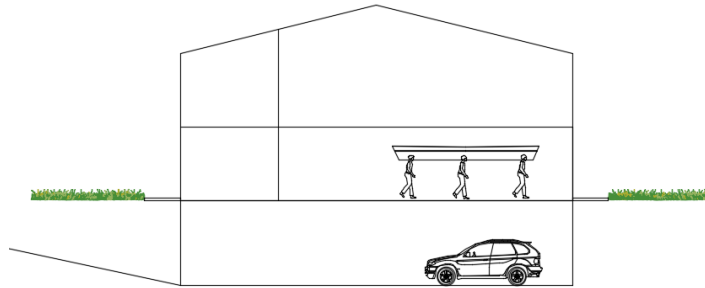


Fig. 2. Frontal de pabellón Alternativa 1. Elaboración Propia

La distribución para esta alternativa se muestra a continuación:

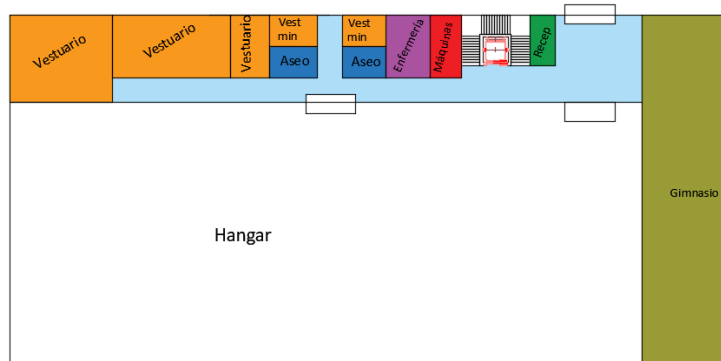


Fig. 3 Distribución Planta principal. Elaboración Propia

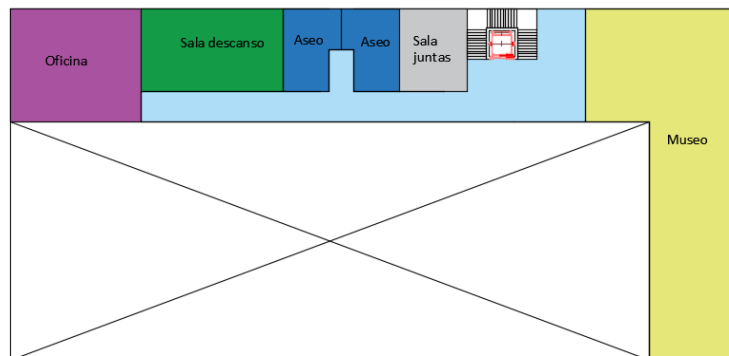


Fig. 4 Distribución Planta superior. Elaboración Propia

En la planta principal se encuentran los espacios destinados a los deportistas y a personal especializado: vestuarios, aseos, gimnasio, enfermería... separados del hangar, espacio donde se almacenan todas las embarcaciones. En la planta superior se ha distribuido en oficinas, sala de juntas, aseos, museo y una zona de descanso y/o reunión para los deportistas tras una jornada de entrenamiento o competición.

La entrada principal a las instalaciones se hará por el lateral izquierdo del pabellón, acondicionando la zona con una acera. Los visitantes o deportistas que estacionen su vehículo en el parking subterráneo, podrán acceder a las plantas superiores a través de las escaleras o del ascensor. A las diferentes estancias nombradas anteriormente se llegan a través de un pasillo de 2 metros de ancho ubicado en ambas plantas.

El hangar está conectado directamente con la entrada principal mediante una puerta de grandes dimensiones que permiten la carga/descarga de las traineras a los vehículos especiales estacionados en una explanada habilitada para ello en el exterior de la nave.

Igualmente en el interior de este espacio pero en el lado paralelo a la ría, se colocarán 3 puertas levadizas para el tránsito de embarcaciones y deportistas que acuden a la ría a entrenar. Podrán servir también de salidas de emergencia.

Este espacio es diáfano completamente y ofrece la posibilidad de colocar un foso de entrenamiento.

Como se han dicho en los objetivos del proyecto, este pabellón también se propone para albergar y promover otros deportes acuáticos de uso público cuando sea posible por ello se ha instalado vestuarios y aseos para mujeres, hombres y minusválidos. Además en la planta superior, también cuenta con aseos para mujeres y hombres ambos adaptados a discapacitados.

A continuación se muestra una tabla con la superficie aproximada de cada espacio:

	ESPACIO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
Planta Baja	Vestuario 1	73
	Vestuario 2	59
	Vestuario 3	18
	Enfermería	18
	Aseo (2)	11
	Vestuario discapacitados (2)	12
	Recepción	5
	Sala de maquinas	22
	Gimnasio	202
	Hangar	965
Planta 1	Oficinas	93
	Sala de descanso	74
	Aseo (2)	23
	Sala de Juntas	31
	Museo	391

Tabla 1 Distribución espacios Alternativa 1

### 3.2 ALTERNATIVA 2

Se propone aumentar las dimensiones del pabellón actual ocupando la parte ajardinada derecha como se muestra en la *Figura 5* sin ocupar el parking adjunto en la parte frontal. La nave actual cuenta con una extensión de 22 x 40 metros, más el añadido final de 12 x 27 metros, en total suman un área de 1200 m<sup>2</sup>. El nuevo, tendrá unas dimensiones de 33 x 48 m, una superficie total ocupada de 1584 m<sup>2</sup>.

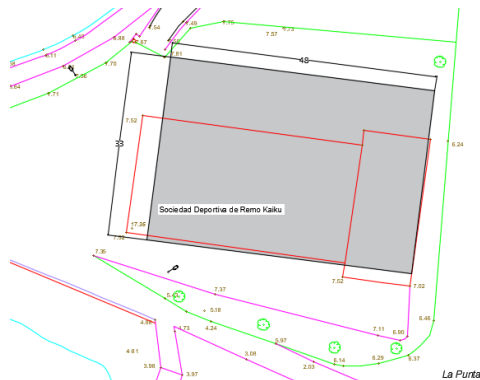


Fig. 6 Ubicación Alternativa 2. Elaboración Propia

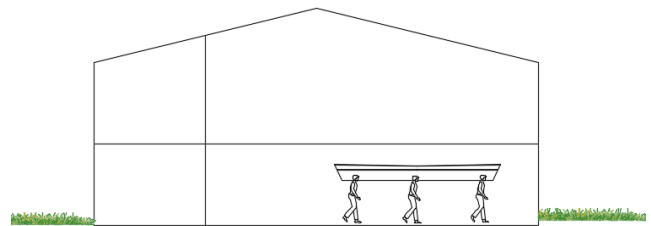


Fig. 6 Frontal de pabellón Alternativa 2. Elaboración Propia

Al igual que en la alternativa 1, la distribución de las estancias se hará en dos alturas como se muestra en la *Figura 7* y *8*. El número de espacios es prácticamente constante en todas las alternativas, siendo variable únicamente la superficie ocupada por cada uno de ellos.

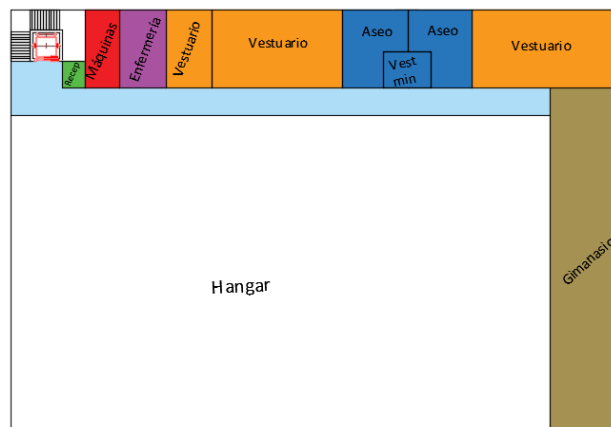


Fig. 7 Distribución Planta principal. Elaboración Propia

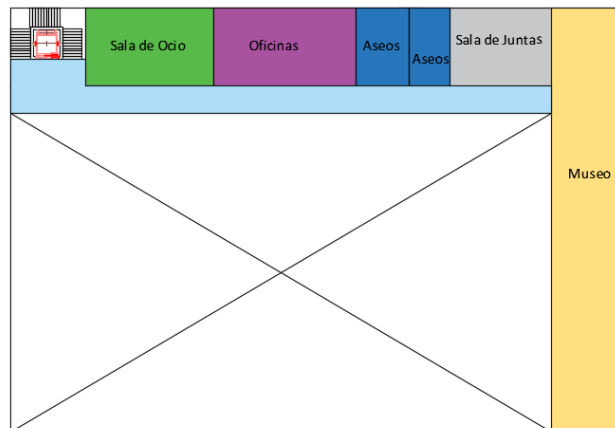


Fig. 8 Distribución Planta superior. Elaboración Propia

En la planta principal se encuentran los espacios destinados a los deportistas y a personal especializado: vestuarios, aseos, gimnasio, enfermería... separados del hangar, espacio donde se almacenan todas las embarcaciones. En la planta superior se ha distribuido en oficinas, sala de juntas, aseos, museo y una zona de descanso y/o reunión para los deportistas tras una jornada de entrenamiento o competición.

En este caso, la entrada principal estará ubicada en el frontal del pabellón y se comunicara con las estancias de la planta baja por un pasillo de 2 metros de ancho. Para acceder a la planta superior se podrá realizar a través del ascensor o escaleras, donde también habrá un pasillo de 2 metros de ancho para llegar a las diferentes estancias.

En el recinto del hangar, se colocarán tres puertas levadizas en el lado paralelo a la ría para el tránsito de embarcaciones y deportistas que acuden al pantalán flotante para dar comienzo a su entrenamiento. Este espacio es diáfano completamente y ofrece la posibilidad de colocar un foso de entrenamiento en su interior.

El acceso a esta gran estancia se podrá hacer a través de dos puertas colocadas en el pasillo de la planta que actuaran como salidas de emergencia al igual que las tres puertas anteriormente nombradas.

En el caso del parking, se ubicará en el exterior del pabellón, concretamente en la parte frontal como se encuentra actualmente, pero se acondicionará y se delimitaran plazas de aparcamiento.

Como se han dicho en los objetivos del proyecto, este pabellón también se propone para albergar y promover otros deportes acuáticos de uso público cuando sea posible por ello se ha instalado vestuarios y aseos para mujeres, hombres y minusválidos. Además en la planta superior, también cuenta con aseos para mujeres y hombres, ambos adaptados a discapacitados.

A continuación se muestra una tabla con la superficie aproximada de cada espacio:

	ESPACIO	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
Planta baja	Vestuario 1	22
	Vestuario 2	60
	Vestuario 3	70
	Enfermería	22
	Aseo (2)	25
	Vestuario minusválido	9,5
	Recepción	4
	Maquinas	15
	Gimnasio	156
	Hangar	1.036
Planta 1	Oficinas	65
	Sala de descanso	60
	Aseo (2)	21
	Sala de Juntas	47
	Museo	391

Tabla 2. Distribución espacios Alternativa 2

### 3.3 ALTERNATIVA 3

Esta alternativa expone la misma ocupación y dimensiones que la Alternativa 2, por lo que lo único que varía es la distribución interior.

Se propone ocupar la parte ajardinada derecha como se muestra en la *Figura 5*, sin ocupar el parking adjunto en la parte frontal. La nave actual cuenta con una extensión de 22 x 40 metros, más el añadido final de 12 x 27 metros, en total suman un área de 1200 m<sup>2</sup>. El nuevo, tendrá unas dimensiones de 33 x 48 m, superficie total ocupada de 1584 m<sup>2</sup>.

La distribución de las estancias se hará en dos alturas como se muestra en la *Figura 9 y 10*. El número de espacios es prácticamente constante en todas las alternativas, siendo variable únicamente la superficie ocupada por cada uno de ellos.

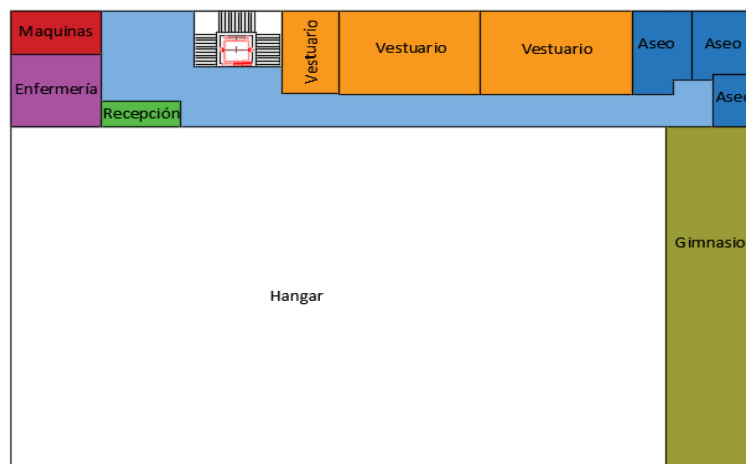


Fig. 9 Distribución Planta principal. Elaboración Propia.



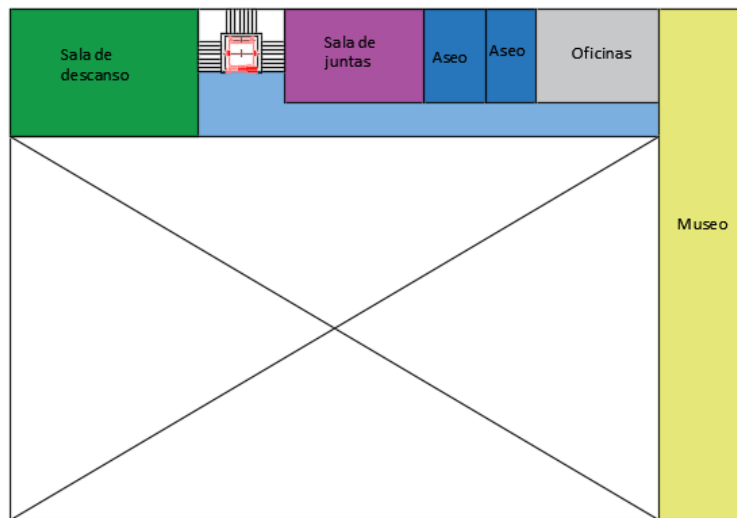


Fig. 10 Distribución Planta Superior. Elaboración Propia

En la planta principal se encuentran los espacios destinados a los deportistas y a personal especializado: vestuarios, aseos, gimnasio, enfermería... separados del hangar, espacio donde se almacenan todas las embarcaciones. En la planta superior se ha distribuido en oficinas, sala de juntas, aseos, museo y una zona de descanso y/o reunión para los deportistas tras una jornada de entrenamiento o competición.

En este caso, la entrada principal estará ubicada en el lateral izquierdo del pabellón y se comunicara con las estancias de la planta baja por un pasillo de 2 metros de ancho. Para acceder a la planta superior se podrá realizar a través del ascensor o escaleras, donde también habrá un pasillo de 2 metros de ancho para llegar a las diferentes estancias.

En el recinto del hangar, se colocarán tres puertas levadizas en el lado paralelo a la ría para el tránsito de embarcaciones y deportistas que acuden al pantalán flotante para dar comienzo a su entrenamiento. Este espacio es diáfano completamente y ofrece la posibilidad de colocar un foso de entrenamiento en su interior.

El acceso a esta gran estancia se podrá hacer a través de dos puertas colocadas en el pasillo de la planta que actuaran como salidas de emergencia al igual que las tres puertas anteriormente nombradas.

En el caso del parking, se ubicará en el exterior del pabellón, concretamente en la parte frontal como se encuentra actualmente, pero se acondicionará y se delimitaran plazas de aparcamiento.

Como se han dicho en los objetivos del proyecto, este pabellón también se propone para albergar y promover otros deportes acuáticos de uso público cuando sea posible por ello se ha instalado vestuarios y aseos para mujeres, hombres y minusválidos. Además en la planta superior, también cuenta con aseos para mujeres y hombres, ambos adaptados a discapacitados.

A continuación se muestra una tabla con la superficie aproximada de cada espacio:

	ESPACIO	SUPERFICIE (M <sup>2</sup> )
Planta baja	Vestuario 1	22
	Vestuario 2	54
	Vestuario 3	59
	Enfermería	29
	Aseo (2)	20
	Vestuario minusválido (2)	10
	Recepción	9,5
	Sala de Maquinas	18
	Gimnasio	144
	Hangar	1.039
Planta 1	Oficinas	45
	Sala de ocio	90
	Aseo (2)	22
	Sala de Juntas	56
	Museo	195

Tabla 3 Distribución espacios Alternativa 3

### 3.4 CRITERIOS DE ELECCIÓN

Los criterios que se han tenido en cuenta para la elección son:

- Criterio económico, para este tipo de proyecto (TFG) no existe un límite de presupuesto.
- Criterio ambiental, valora el impacto visual que puede producir en el entorno.
- Criterio de funcionabilidad, tiene en cuenta la comodidad y facilidad para los deportistas del uso de las instalaciones. Este criterio es el que mayor peso tiene.
- Criterio de aprovechamiento de espacio, se pretende que todas las estancias tengan el espacio suficiente para cumplir con su función sin que ninguna quede limitada.

A cada uno de ellos se le asigna un peso en función de la importancia a la que se le considera dentro del proyecto:

	Peso	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<b>Económico</b>	30%	6	8	8
<b>Ambiental</b>	10%	6	8	8
<b>Funcionabilidad</b>	45%	7	8	9
<b>Aprovechamiento de espacio</b>	15%	7	7	9
<b>Media ponderada</b>		6,6	7,8	8,6

Tabla 4 Evaluación de alternativas sobre distribución interior

### 3.5 SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada es la **Alternativa 3** propuesta porque es la que se considera más adecuada. Es una instalación sencilla en su fase de construcción, con dimensión suficiente para todos los espacios requeridos.

Es una de las más económicas ya que aprovecha el espacio exterior del aparcamiento, es por ello que el impacto visual será mejor que para la Alternativa 1 donde los vehículos estarían ocultos y se desaprovecharía ese espacio la mayor parte del tiempo.

Por otro lado, la Alternativa 2 se descarta también puesto que la distribución de las estancias, concretamente refiriéndose a los aseos de la planta baja están mejor ubicados en la Alternativa 3 para dar mejor acceso a las personas que acuden al gimnasio. Ya que esta estancia es una de las más usadas por parte de los deportistas y donde mayor tiempo emplearan.

## 4. TIPOLOGIA ESTRUCTURAL

En este apartado se desarrolla y compara los diferentes materiales que pueden servir para la ejecución del sistema estructural del pabellón. Se analizan las ventajas y desventajas de los dos materiales más comunes: Acero y Hormigón Armado.

### 4.1 ACERO

Hoy en día el acero o estructura metálica es muy utilizado para todo tipo de construcción, debido a su gran capacidad de resistencia para soportar cargas elevadas.

Posee la capacidad de laminación creando una amplia gama de formas y perfiles a utilizar, en forma de H, I L o T pasando por perfiles de sección cerrada como circulares, cuadradas o rectangulares. La fabricación de este tipo de estructuras comienza en un taller, donde se fabrican las piezas una por una para después llevarlas a la obra y montarlas con mayor exactitud.

Las ventajas que presenta son:

- **Gran resistencia** por unidad de peso, lo que significa que tiene una sección transversal menos que otros materiales como el hormigón, por lo que ocupa menos espacio.
- **Uniformidad**, las propiedades del acero no varían con el tiempo.
- **Ductilidad**, avisa con grandes deformaciones antes de producirse un fallo.
- Es **más ligero que el hormigón** y por tanto **más económico**. Además facilita el proceso de construcción disminuyendo los tiempos de montaje y omitiendo el de fraguado y encofrado.
- **Homogeneidad**
- Permite **cubrir grandes luces** gracias a su elevada resistencia.
- **Se adapta fácilmente** a necesidades concretas variando sus propiedades mecánicas mediante tratamientos térmicos, termoquímicos....
- **Reutilización**, una vez que la estructura se desmonta se puede reutilizar el material o adaptarla para otros usos, obteniendo un ahorro de la inversión considerable.

Las desventajas que presentan son:

- **Corrosión**, sobre todo en zonas con atmosferas agresivas.
- **Pandeo**. Este material se utiliza en elementos sometidos a compresión. No obstante, las estructuras se calculan evitando estos fenómenos. No es conveniente en construcciones con preponderancia de las acciones dinámicas.
- En caso de incendio este **material es bastante conductor** haciendo que disminuya su capacidad resistente. Debido a esto, es conveniente recubrir este tipo de estructuras con pintura ignífuga o con recubrimientos aislantes del calor y del fuego. Esto conlleva un aumento del coste económico junto con su posterior mantenimiento.
- **Mano de obra especial**

## 4.2 HORMIGÓN ARMADO

El hormigón es un material fabricado a base de mezclar áridos de distintos tamaños (grava, arena...) con cemento y cantidades controladas de agua. El cemento y el agua forman una masa y se solidifican bajo una reacción llamada fraguado. Los finos rellenan los huecos de la grava y la masa los de los finos formando el denominado Hormigón.

Añadiéndole armaduras de acero, el material reúne grandes propiedades como es la resistencia tanto a compresión como a tracción.

Las ventajas que presenta:

- **Facilidad de construcción**, su diseño no requiere tanta precisión como las estructuras metálicas.
- **Durabilidad**, es un material que se conserva muy bien. El mantenimiento necesario es mínimo lo que otorga un coste bajo en comparación con estructuras metálicas.
- **Monolitismo y continuidad**, las estructuras realizadas con hormigón armado presentan un único cuerpo, evitando así todo tipo de enlaces. Esto le da a la estructura una gran seguridad frente a efectos sismos y dinámicos.
- **Material maleable**, permite obtener diversas formas empleando un encofrado o molde.
- **Más económico**, comparado con el acero.
- **Gran resistencia al fuego**, el hormigón es un material incombustible y es mal conductor del calor.

Las desventajas que presenta

- La **puesta en obra es más lenta** debido a su dependencia de la climatología y los tiempos de fraguado y endurecimiento del hormigón. Esto requiere un mayor control y de un incremento de los tiempos de espera.
- **Requiere de grandes secciones** con grandes pesos en comparación con el acero. El uso de encofrados y elementos auxiliares aumenta el coste y el peso de la estructura durante la puesta de obra.
- **Contracciones durante el proceso de fraguado y endurecimiento**, este inconveniente se puede resolver planificando las juntas de hormigonado y juntas de construcción necesarias.
- Es un material que **no se adapta fácilmente** en construcciones donde se prevean cambios apreciables de uso o de cargas.

## 4.3 CRITERIO DE ELECCION

Los criterios que se han tenido en cuenta para la elección son:

- Criterio estructural, este es el más importante pues se debe tener en cuenta el posible fallo en la estructura.
- Criterio económico, para este tipo de proyecto (TFG) no existe un límite de presupuesto.
- Criterio medio ambiente, valora el impacto visual que puede producir en el entorno.
- Criterio sobre la duración de la ejecución.

A cada criterio se le asigna un peso en función de la importancia a la que se le considera dentro del proyecto:



	Peso	Acero	Hormigón Armado
<b>Estructural</b>	45%	9	8
<b>Económico</b>	30%	6	7
<b>Ambiental</b>	10%	8	7
<b>Duración de ejecución</b>	15%	8	6
<b>Media ponderada</b>		7,85	7,3

*Tabla 5 Evaluación de materiales sobre la Tipología Estructural*

#### 4.4 SOLUCIÓN ADOPTADA.

El material elegido para la estructura es el acero ya que permite la construcción de edificios con grandes luces, como es este caso, 48 metros. El tiempo de ejecución se ve favorecido ya que no tiene que esperar tiempos de fraguado ni endurecimiento.

Además para la construcción de la estructura de hormigón armado es necesario maquinaria especial que requiere grandes espacios para maniobrar, cosa que la ubicación seleccionada carece.

Por otro lado el aspecto económico es el mayor inconveniente debido los gastos de mantenimiento para evitar posibles problemas futuros.

## 5. FACHADA

Para el cerramiento de la fachada se eligen materiales de tipo prefabricados, son paneles que vienen hechos de taller con los huecos de ventanas y puertas ya instalados. No poseen función estructural y se anclan a la estructura mediante enganches especiales. Se analizan tres opciones:

### 5.1 PANEL DE HORMIGÓN

Está formado por 3 capas superpuestas:

- Capa exterior en contacto con los agentes atmosféricos, realizada de hormigón visto o revestido con alguna capa.
- Capa intermedia o calorífuga está compuesta por un material espumoso aislante. Por ello, el panel prefabricado tendrá un valor de coeficiente de transmisión de calor  $K$ .
- Capa interior, compuesta de hormigón armado.

Normalmente el espesor se encuentra entre 12 y 20 cm, sin embargo el peso es bastante elevado.

La unión de estos paneles se hace en seco, y una vez que están dispuestos en su posición definitiva se hormigonan las juntas y se refuerza el armado supletorio, lo que ahorra tiempo en su montaje. También se pueden hacer mediante atornillado cuando van por fuera de la estructura o cuando van entre los canales de los pilares.



Fig. 11 Ejemplo de Panel Prefabricado de Hormigón. Google Imágenes

### 5.2 PLACA METÁLICA “PANEL SÁNDWICH”

Está formado por 3 láminas superpuestas:

- Lámina exterior en contacto con el exterior que puede ser de aluminio, acero, aluminio fundido o acero inoxidable.
- Lámina intermedia, un material aislante.
- Lámina interior, puede ser de plástico, metálica o madera.

Este tipo de cerramiento tiene bastante resistencia y es ligero, lo que permite que el tiempo de ejecución sea incluso menor que el anterior. Debido a las láminas que lo forman es bastante aislante de los agentes atmosféricos e impermeable.

No necesita mantenimiento constante, a no ser que haya un accidente o sea necesario un arreglo urgente; en ese caso se resuelve rápidamente.

La unión de los paneles Sándwich a la estructura se hace mediante tornillos especiales anclados directamente a la estructura.



*Fig. 12 Ejemplo de Panel Sándwich en Fachada*

### 5.3 CHAPA METÁLICA GALVANIZADA

Únicamente están compuestos por lámina de acero grecada recubierta por un baño de zinc evitando que el material se oxide. Al igual que los anteriores el montaje es bastante sencillo, como su mantenimiento.

La desventaja que presentan es que tienen una resistencia térmica baja, por lo que necesitan un aislante para servir como cerramiento.

La unión se realiza mediante tornillos anclados directamente a la estructura.



*Fig. 13 Ejemplo de chapa metálica galvanizada, grecada*

### 5.4 SOLUCIÓN ADOPTADA

Tanto el panel Sándwich como el panel prefabricado de hormigón tienen buenas propiedades aislantes. Pero debido al aspecto estético de la zona se elige la fachada con paneles de hormigón prefabricado.

## 6. CUBIERTA

### 6.1 CUBIERTA DECK

Están formadas por una chapa metálica, un aislante térmico y acústico y un acabado impermeable sin necesidad de juntas ni de puentes térmicos. Son adaptables y de fácil montaje, recomendables para pendientes no superiores a 3%.



*Fig. 14 Ejemplo de Cubierta Deck*

### 6.2 PANEL SÁNDWICH

Son las más comunes, cuentan con dos placas, entre las cuales se coloca un aislante que puede ser de diferentes materiales como: lana de vidrio o poliestireno extruido. Son capaces de controlar la temperatura interior y reducir la fuga de calor o frío.

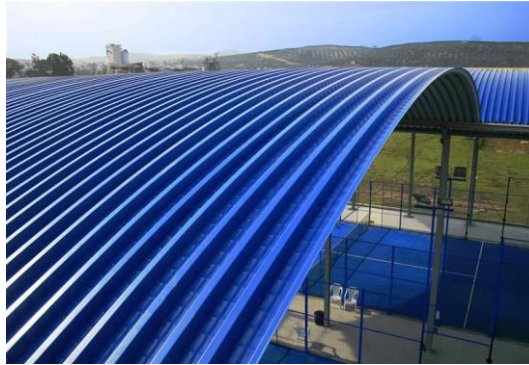
Son buenos aislantes acústicos tanto del exterior como del interior. Y el proceso de mantenimiento y reparación es bastante sencillo.



*Fig. 15 Ejemplo cubierta de panel Sándwich*

### 6.3 CHAPA SIMPLE

Están compuestos por una lámina de acero grecada. Es la opción más económica, asegura la estanqueidad, es duradera y de fácil montaje. Sin embargo necesitan un refuerzo de aislante térmico por debajo ellas.



*Fig. 16 Ejemplo de cubierta con chapa simple*

#### 6.4 SOLUCIÓN ADOPTADA

Se escoge la cubierta tipo Panel Sándwich puesto que la inclinación que tiene el pabellón es superior a 3% y la opción de cubierta tipo Desk quedaría descartada.

Además la opción de chapa metálica no favorece el aislamiento térmico ni acústico.



## 7. BIBLIOGRAFIA

### Tipología estructural:

- Acero <http://gtmingeneria.blogspot.com/2012/03/estructuras-metalicas-ventajas-e.html>
- Hormigón <http://prefabricadoseguro.com/ventajas-e-inconvenientes-del-prefabricado-de-hormigon-o-concreto/>
- Apuntes asignatura Construcción y Obras

### Cerramiento:

- Paneles de hormigón prefabricado <https://st1.tecnyconta.es/wp-content/uploads/2017/01/Catalogo-Cerramientos.pdf>
- Paneles Sandwich <https://www.cubiertasdiansa.com/panel-sandwich-que-es-y-por-que-es-bueno-para-mi-edificio/>
- Chapas metálicas: <http://www.cubiertadezinc.es/fachadas-de-chapa/>
- Apuntes asignatura Edificación

### Cubiertas

- <https://www.metromaffesa.com/tipos-cubiertas-naves-industriales-cual-te-conviene/>
- <https://estradapartners.com/estructura-nave-industrial/>

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 6 – CALCULO ESTRUCTURAL***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	DATOS DE OBRA.....	1
2.1	ESTADOS LÍMITE .....	2
2.1.1	Combinaciones .....	5
3.	ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	6
4.	ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN .....	7
4.1	ACCIONES PERMANENTES .....	7
4.1.1	Peso propio.....	7
4.2	ACCIONES VARIABLES .....	7
4.2.1	Sobrecarga de uso.....	7
4.2.2	Nieve .....	8
4.2.1.	Viento.....	9
4.2.2.	Acciones térmicas .....	18
5.	ESTRUCTURA.....	19
5.1	CORREAS .....	19
5.1.1	Comprobación de la flecha.....	23
5.2	GEOMETRIA EN BARRAS .....	23
5.2.1	Materiales utilizados.....	23
5.2.2	Características mecánicas .....	24
5.2.3	Tabla de medición.....	25
5.2.4	Resumen de mediciones .....	28
5.2.5	Medición de superficies .....	29
6.	RESULTADOS BARRAS.....	30
6.1	COMPROBACIONES ELU.....	30
6.2	UNIONES .....	83
6.2.1	Especificaciones .....	83
6.2.2	Referencias y simbología.....	84
6.2.3	Comprobaciones en placas de anclaje .....	86
6.2.4	Memoria de cálculo .....	87
7.	CIMENTACIONES .....	170
7.1	DESCRIPCIÓN.....	170
7.2	MEDICIÓN .....	173
7.3	VIGAS DE ATADO .....	180

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dimensiones características de la nave .....	2
Tabla 2 Parámetros a utilizar en el cálculo.....	2
Tabla 3 E.L.U de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHU-08/ CTE DB-SE C.....	3
Tabla 4 E.L.U de rotura. Acero laminado CTE DB SE-A.....	3
Tabla 5 Tensiones sobre el terreno.....	4
Tabla 6 Desplazamientos.....	4
Tabla 7 Combinaciones de hipótesis.....	5
Tabla 8. Peso propio de diferentes elementos.....	7
Tabla 9 Valores característicos de las sobrecargas de uso. Fuente Tabla 3.1 DB SE-AE .....	8
Tabla 10 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas. Fuente Tabla 3.8 DB SE-AE .....	9
Tabla 11 Valores del coeficiente de exposición ce. Fuente Tabla 3.4 DB SE-AE.....	10
Tabla 12 Altura y coeficiente de exposición $c_e$ de las zonas analizadas.....	11
Tabla 13 Coeficientes de presión interior. Fuente Tabla 3.6 DB SE AE .....	11
Tabla 14 Valor de coeficiente de cada zona para viento transversal .....	13
Tabla 15 Valor de coeficiente de cada zona para viento longitudinal .....	16
Tabla 16 Valor de coeficiente de cada zona para viento longitudinal .....	16
Tabla 17 Comparación viento transversal .....	18
Tabla 18 Comparación viento longitudinal .....	18
Tabla 19 Datos de las correas en cubierta. Fuente CYPE 3D .....	19
Tabla 20 Comprobación de resistencia de las correas. Fuente CYPE 3D .....	19
Tabla 21 Características de las correas en cubierta .....	20
Tabla 22 Comprobación de la flecha .....	23
Tabla 23 Medición de correas. CYPE 3D.....	23
Tabla 24 Materiales utilizados en barras .....	23
Tabla 25 Referencia de cada nudo de la nave .....	24
Tabla 26 Características mecánicas de los perfiles utilizados .....	25
Tabla 27 Resumen de la medición de los perfiles.....	29
Tabla 28 Resumen medición de cimentaciones. Fuente CYPE 3D .....	179
Tabla 29 Resumen medición vigas de atado. CYPE 3D.....	181

## 1. INTRODUCCIÓN

Este anejo sirve como justificación de las soluciones adoptadas en el proyecto. Contiene las hipótesis, los criterios y los procedimientos de los cálculos realizados, así como los resultados finales, con la comprobación y el dimensionamiento de los distintos elementos que constituyen la nave.

Para realizar la estructura metálica se ha utilizado los soportes de cálculo *Generador de Pórticos* y *Cype 3D*, perteneciente al programa informático de *Cype Ingenieros (versión d2017)*

Este programa utiliza como base de cálculo el *Código Técnico de la Edificación (CTE)*, en concreto:

- *Documento Básico SE. Seguridad Estructural*
- *Documento Básico SE-AE. Seguridad estructural. Acciones en la edificación*
- *Documento Básico SE-C. Seguridad estructural. Cimientos.*
- *Documento Básico SE-A. Seguridad estructural. Acero*

Además de la norma EHE-08 para el uso del hormigón estructural.

Hay que decir, que en el momento inicial de generar el pórtico, se puso 6 metros de altura + 2 metros de cumbrera, es decir un total de 8 metros. Sin embargo, a la hora de generar las cimentaciones y ver que la altura designada a la planta baja quedaba muy reducida, se optó por aumentar 1,6 metros los pilares en sentido descendente.

## 2. DATOS DE OBRA

La nave está proyectada con pórticos metálicos a dos aguas, 9 pórticos en total con vanos de 6 metros de separación y una luz entre pilares de 33 metros.

Se han utilizado perfiles laminados en caliente de acero de diferentes tipos; las uniones entre pórticos son soldadas y la unión de los pilares con la cimentación se hará mediante placas soldadas.

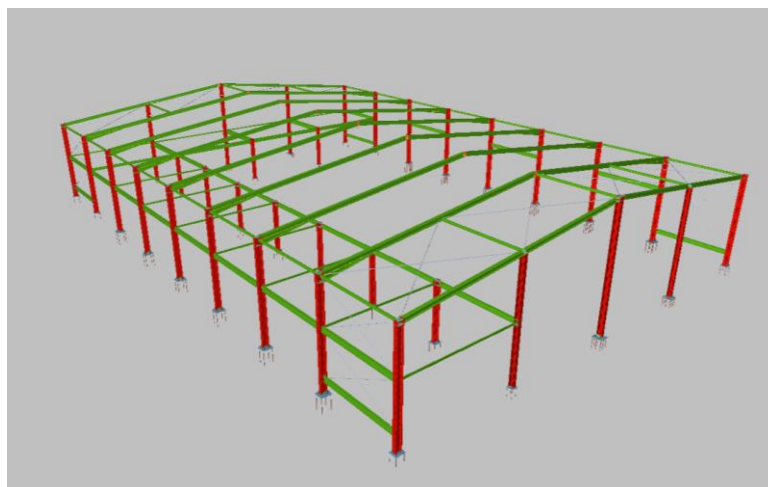


Fig. 1 Vista 3D de la estructura de la nave



El cerramiento de la cubierta se ha proyectado a partir de paneles sándwich anclados a la estructura mediante correas, descritas en el *Apartado 5.1 Correas*; el cerramiento lateral se hará mediante paneles de hormigón prefabricado unidas al entramado con anclajes especiales a los pilares.

El lateral derecho del pabellón contará con tres puertas de grandes dimensiones para facilitar la entrada y salida de embarcaciones a la ría, concretamente 3,5 metros de alto por 4 metros de ancho. Sin embargo, el acceso principal a la nave se realizará desde el lado opuesto por una puerta que dará acceso a las instalaciones.

Dimensiones características de la nave:

<b>Longitud</b>	48 metros
<b>Distancia entre pilares (Luz)</b>	33 metros
<b>Altura total</b>	9,6 metros
<b>Tipo de cubierta</b>	A dos aguas
<b>Inclinación de la cubierta</b>	7°
<b>Nº de Vanos</b>	8
<b>Separación entre pórticos</b>	6 metros
<b>Ubicación</b>	Sestao (Bizkaia)

Tabla 1 Dimensiones características de la nave

## 2.1 ESTADOS LÍMITE

Las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo a los siguientes criterios:

- Coeficiente de combinación.
- Sn coeficiente de combinación.

Donde los parámetros a utilizar son:

<b>G<sub>k</sub></b>	Acción permanente
<b>P<sub>k</sub></b>	Acción de pretensado
<b>Q<sub>k</sub></b>	Acción variable
<b>γ<sub>G</sub></b>	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
<b>γ<sub>P</sub></b>	Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado
<b>γ<sub>Q,1</sub></b>	Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
<b>γ<sub>Q,i</sub></b>	Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
<b>ψ<sub>p,1</sub></b>	Coeficiente de combinación de la acción variable principal
<b>ψ<sub>a,i</sub></b>	Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Tabla 2 Parámetros a utilizar en el cálculo

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes aplicados son los siguientes:

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Tabla 3 E.L.U de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHU-08/ CTE DB-SE C

<b>Persistente o transitoria (G1)</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.600	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.600	0.000	0.000

Tabla 3.1 E.L.U de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHU-08/ CTE DB-SE C

<b>Persistente o transitoria</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	1.000	0.700
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Tabla 4 E.L.U de rotura. Acero laminado CTE DB SE-A

<b>Persistente o transitoria (G1)</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.500	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.500	0.000	0.000

Tabla 4.1 E.L.U de rotura. Acero laminado CTE DB SE-A

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 5 Tensiones sobre el terreno

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 5.1 Tensiones sobre el terreno

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	1.000	1.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 6 Desplazamientos

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q - Uso B)	0.000	1.000	0.000	0.000
Sobrecarga (Q - Uso G1)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Tabla 6.1 Desplazamientos

### 2.1.1 Combinaciones

Se han realizado todas las combinaciones de hipótesis entre los distintos esfuerzos, así como las comprobaciones a ELU en acero como hormigón.

Las combinaciones utilizadas para los cálculos estructurales de la nave son:

<b>PP</b>	Peso propio
<b>CM</b>	CM
<b>Q (B)</b>	Q (Uso B. Zonas administrativas)
<b>Q (G1)</b>	Sobrecarga de uso (Uso G1. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento. No concomitante con el resto de acciones variables)
<b>V(0°) H1</b>	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
<b>V(0°) H2</b>	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior
<b>V(0°) H3</b>	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
<b>V(0°) H4</b>	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior
<b>V(90°) H1</b>	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
<b>V(90°) H2</b>	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior
<b>V(180°) H1</b>	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior
<b>V(180°) H2</b>	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
<b>V(180°) H3</b>	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Presión interior
<b>V(180°) H4</b>	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
<b>V(270°) H1</b>	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
<b>V(270°) H2</b>	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior
<b>N(EI)</b>	Nieve (estado inicial)
<b>N(R) 1</b>	Nieve (redistribución) 1
<b>N(R) 2</b>	Nieve (redistribución) 2

Tabla 7 Combinaciones de hipótesis

### 3. ELEMENTOS ESTRUCTURALES

La nave se ha diseñado con nueve pórticos a dos aguas con una separación entre ellos de 6 metros, para cubrir una luz de 48 metros por 33 metros de ancho.

Se utiliza una viga perimetral de atado para unir los pórticos interiores y cruces de San Andrés como arrostramiento en los primeros vanos para evitar la translacionalidad de los pilares en el plano de la fachada lateral.

Las fachadas frontales estarán equipadas con tres pilares unidos en la cubierta y empotrados en la base con el objetivo de absorber las acciones del viento frontal y de soportar el peso del forjado del segundo piso.

Tanto en el lateral izquierdo como en la fachada trasera se coloca una viga a la altura de 4,6 metros para soportar el peso del forjado de la segunda planta. La estructura de éste se completará colocando pilares paralelos a ambos planos y se unirán mediante vigas, formado una espacio en "L" destinado a las instalaciones de la nave: vestuarios, despachos, museo...

Bajo las cruces de San Andrés dispuestas en los extremos de la nave, se ha colocado una viga de sujeción para mejorar la unión debido al alargamiento de pilares, anteriormente nombrado.

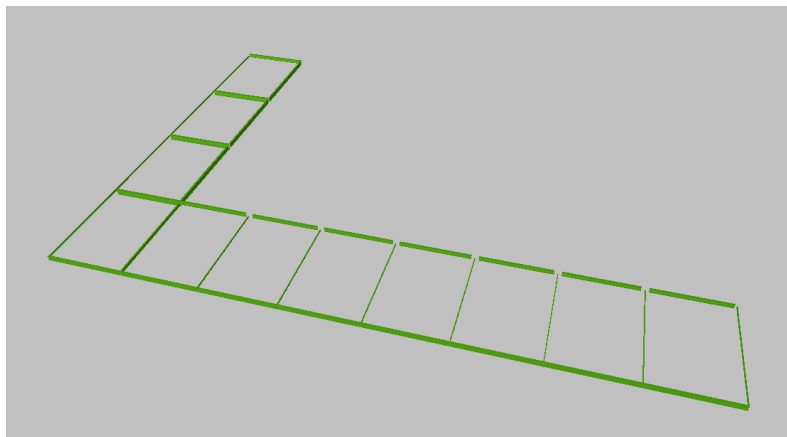


Fig. 2 Esquema forjado segunda planta. Fuente CYPE 3D

## 4. ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

Las acciones que se deben tener en cuenta para el dimensionamiento de la estructura se recogen en el Documento Básico de Seguridad Estructural- Acciones en la Edificación (DB SE-AE) son:

- Acciones permanentes:
  - Peso propio
  
- Acciones variables:
  - Sobrecarga de uso
  - Nieve
  - Viento
  - Acciones térmicas

Las acciones accidentales, concretamente el sismo, no se ha tenido en cuenta como se explica en el Anejo 3: Geológico y Geotécnico por ser un edificio de moderada importancia localizándose además en una zona de riesgo sísmico bajo.

### 4.1 ACCIONES PERMANTENES

#### 4.1.1 Peso propio

El peso propio a tener en cuenta es el del peso de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, revestimientos...

	Cubierta	Correas
Tipo	Panel sándwich	ZF-200x3.0
Peso (KN/m <sup>2</sup> )	0,12	0,07

Tabla 8. Peso propio de diferentes elementos

Para la fachada se ha escogido un panel prefabricado de hormigón con un peso de 30 KN/m<sup>2</sup>, el cual no se tendrá en cuenta en el cálculo del peso propio ya que descansa directamente sobre las zapatas de la cimentación y no sobre los pilares ni la estructura. Por lo que no genera cargas de peso propio sobre la estructura principal.

### 4.2 ACCIONES VARIABLES

#### 4.2.1 Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre la estructura por razón de su uso. Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo como valores característicos se adoptaran los de la tabla 3.1 del DB SE-AE.

Estos valores incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, maquinaria, etc. Así como las derivadas de la utilización poco habitual como acumulación de personas.



Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m <sup>2</sup> ]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 <sup>(1)</sup>
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente <sup>(2)</sup>			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación <sup>(3)</sup>	G1 <sup>(7)</sup>	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 <sup>(4)(5)</sup>	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) <sup>(5)</sup>	0,4 <sup>(4)</sup>	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Tabla 9 Valores característicos de las sobrecargas de uso. Fuente Tabla 3.1 DB SE-AE

La cubierta de la nave se clasifica como G, subcategoría G1 "Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado)". Por otro lado, el forjado correspondiente a la planta inferior se clasifica como categoría de uso "C4: Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas" y el piso superior se clasifica en la categoría "B para la zona de oficinas".

#### 4.2.2 Nieve

Al igual que la sobrecarga de uso, la sobrecarga de nieve es una acción variable que está distribuida uniformemente en toda su longitud sobre la cubierta.

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre la cubierta dependen: del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma de la cubierta, de los efectos del viento y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

El valor de la carga por unidad de superficie en proyección horizontal, para una altitud menor a 1000 m será:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Siendo:

$\mu$ : El Coeficiente de forma de la cubierta.

$S_k$ : el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.

- Cálculo de  $\mu$

Según el DB SE-AE: En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual que 30°.

$$\mu = 1$$

- Cálculo de  $S_k$

Para el cálculo del valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal, se tendrá en cuenta la zona climática y altitud topográfica de la obra.

Teniendo en cuenta que la nave se ejecutara en Sestao (Bizkaia), su carga característica es de **0,3 kN/m<sup>2</sup>**

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	$S_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$S_k$ kN/m <sup>2</sup>	Capital	Altitud m	$S_k$ kN/m <sup>2</sup>
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / <i>Alacant</i>	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas- tián/ <i>Donostia</i>	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	0	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,7	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,6	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	130	0,4	Valencia/ <i>València</i>	690	0,2
Córdoba	100	0,2	Oviedo	230	0,5	Valladolid	520	0,4
Coruña / <i>A Coruña</i>	0	0,3	Palencia	740	0,4	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	650	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,4
Gerona / <i>Girona</i>	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/ <i>Iruña</i>	450	0,7	Ceuta y Melilla		0,2

Tabla 10 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas. Fuente Tabla 3.8 DB SE-AE

Una vez obtenido esos valores, el valor de la carga de nieve en proyección horizontal es:

$$q_n = \mu \cdot S_k = 1 \cdot 0,3 = 0,3 \text{ kN/m}^2$$

2.2.1. Viento

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección y de la intensidad del viento.

La acción del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie expuesta, o presión estática  $q_e$ , puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Siendo:

- $q_b$ : la presión dinámica del viento.
- $C_e$ : el coeficiente de exposición.
- $C_p$ : el coeficiente eólico o de presión.

A continuación se calcula el valor de estos tres parámetros para poder calcular el valor final de la presión del viento tanto a succión como a presión.

- **q<sub>b</sub>: la presión dinámica del viento.**

Se obtiene en función del emplazamiento de la obra, utilizando el mapa de la *Figura 3*. El valor de la presión dinámica es de 0,42 kN/m<sup>2</sup>, 0,45 kN/m<sup>2</sup> y 0,52 kN/m<sup>2</sup> para las zonas A, B y C respectivamente de dicho mapa.

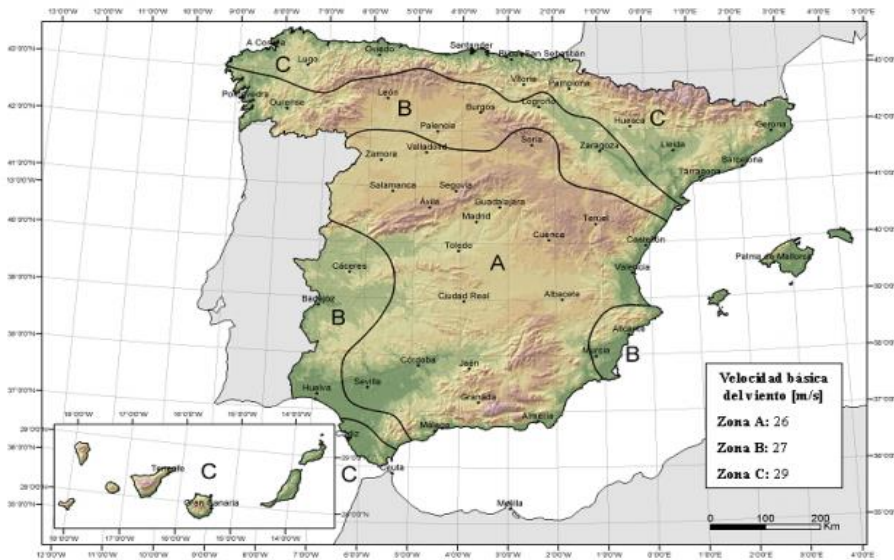


Fig. 3 Fig. D. 1 Valor básico de la velocidad del viento, v<sub>b</sub>. Fuente: Anejo D del DB SE-AE

Sestao se encuentra en la zona C, por lo tanto le corresponde una velocidad de viento de 29 m/s, por lo que la presión dinámica de viento es:

$$q_b = 0,52 \text{ kN/m}^2$$

- **C<sub>e</sub>: el coeficiente de exposición.**

Varía en función de la altura del punto considerado teniendo en cuenta los efectos de las turbulencias debidas al relieve y la topografía del terreno, a través del grado de aspereza. La altura considerada será la del centro de gravedad de la zona analizada:

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c<sub>e</sub>

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Tabla 11 Valores del coeficiente de exposición c<sub>e</sub>. Fuente Tabla 3.4 DB SE-AE

Zonas analizadas:

	Centro gravedad del punto (m)	C <sub>e</sub>
Huecos	1,75	1,3
Cubierta	7	1,5
Parámetros verticales	3	1,3

Tabla 12 Altura y coeficiente de exposición C<sub>e</sub> de las zonas analizadas

Los valores del coeficiente de exposición expuestos en la *Tabla 12*, se obtienen interpolando los valores en función de la altura del punto de estudio ofrecido en la *Tabla 11* para que sean más precisos.

En el caso de los huecos y los parámetros verticales tienen el centro de gravedad a una altura inferior que la que se ofrece, por lo que se adopta el valor de la altura más pequeña de la *Tabla 11*.

- **C<sub>p</sub>: coeficiente eólico o de presión**

El coeficiente eólico o de presión depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie. Para el coeficiente de presión se distingue entre viento transversal y viento longitudinal.

**Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior**

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3

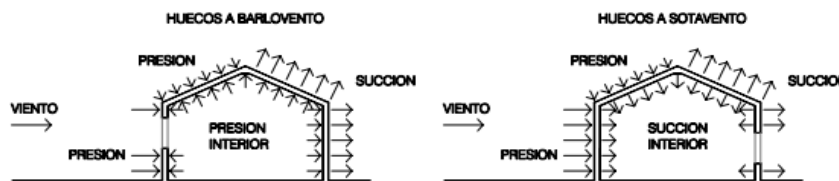


Fig. 3.1 Presiones ejercidas por el viento en una construcción diáfana

Tabla 13 Coeficientes de presión interior. Fuente *Tabla 3.6 DB SE AE*

El edificio presenta grandes huecos en un lateral, lo que hace que el viento produzca grandes presiones tanto en el interior como en el exterior. Es por ello que es necesario calcular las peores situaciones para cada sentido del viento, la que se produce en el interior, la mayor sobrepresión y la que genera mayor succión.

Para ello se utiliza la fila correspondiente a la esbeltez <1 de la *Tabla 13* para esta nave, puesto que tanto cuando sopla el viento longitudinal o transversalmente la esbeltez es siempre menor a la unidad.

La máxima presión interior se produce cuando todos los huecos a barlovento están abiertos, el área de huecos en zonas de succión en este caso es 0, obteniendo en la tabla:

$$C_{p \text{ presión}} = 0,7$$

La máxima succión se produce cuando todos los huecos a sotavento están abiertos, luego el área de huecos en zona de succiones es 1, obteniendo en la tabla:

$$C_{p \text{ succión}} = -0,5$$

Las cargas producidas por el viento serán:

$$\text{Presión interior máxima: } q_e = 0,52 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 0,4732 \text{ KN/m}^2$$

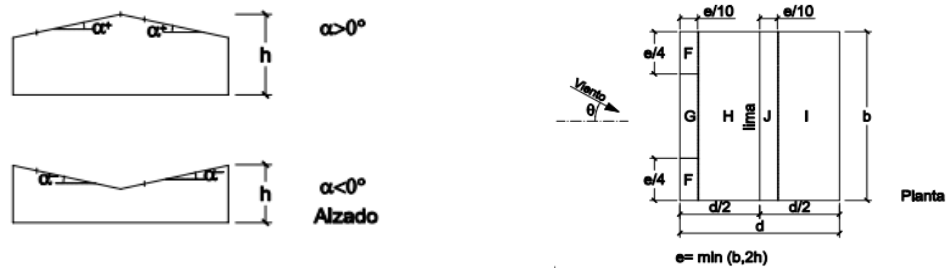
$$\text{Succión interior máxima: } q_e = 0,52 \cdot 1,3 \cdot -0,5 = -0,338 \text{ KN/m}^2$$

Coefficiente eólico externo

**VIENTO TRANSVERSAL**

- Cubierta

Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas  
a) Dirección del viento  $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	$\geq 10$	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	$\leq 1$	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	$\geq 10$	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	$\leq 1$	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	$\geq 10$	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	$\leq 1$	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	$\geq 10$	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	$\leq 1$	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
5°	$\geq 10$	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	$\leq 1$	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	$\geq 10$	-2,5	-2	-1,2	-0,6	0,2
	$\leq 1$	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
30°	$\geq 10$	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	$\leq 1$	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
45°	$\geq 10$	-2	-1,5	-0,3	-0,4	-1,5
	$\leq 1$	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
60°	$\geq 10$	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,4	0	0
75°	$\geq 10$	-1,5	-1,5	-0,2	-0,4	-0,5
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	$\geq 10$	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
60°	$\geq 10$	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
75°	$\geq 10$	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	$\geq 10$	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
	$\leq 1$	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

Fig. 4 Tabla D.6 Cubierta a dos aguas. Coeficiente eólico de cubierta, Cubierta, viento transversal. Fuente DB SE -AE

Parámetros de cada zona:

- $e \min(b, 2h) = (48, 16) = 16$
- $e/10 = 1,6$
- $e/4 = 4$
- $d = 33$
- $b = 48$
- $d/2 = 16,5$

Áreas de cada zona

- $F = 12,8 \text{ m}^2$
- $G = 64 \text{ m}^2$
- $H = I = 715,2 \text{ m}^2$
- $J = 76,8 \text{ m}^2$

Se recurre a la Tabla D.6 reflejada en la *Figura 6* para conseguir el coeficiente eólico, o de presión de cada zona. Considerando que la pendiente de la cubierta es  $7^\circ$ , es necesario interpolar. Se generan dos hipótesis:

$C_p$	F	G	H	I	J	FGH	JI
<b>1º hipótesis</b>	- 1,54	- 1,12	- 0,54	- 0,56	- 0,04	- 0,603	- 0,509
<b>2º hipótesis</b>	0,04	0,04	0,04	- 0,48	- 0,48	0,04	- 0,48

Tabla 14 Valor de coeficiente de cada zona para viento transversal

Las cargas debidas al viento transversal en la cubierta:

1º HIPOTESIS

$$q_{eFGH} = 0,52 \cdot 1,5 \cdot (- 0,603) = - 0,4703 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{eIJ} = 0,52 \cdot 1,5 \cdot (- 0,509) = - 0,3970 \text{ KN/m}^2$$

2º HIPOTESIS

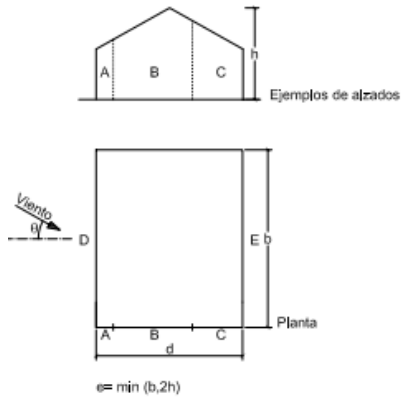
$$q_{eFGH} = 0,52 \cdot 1,5 \cdot 0,04 = 0,0312 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{eIJ} = 0,52 \cdot 1,5 \cdot (- 0,48) = - 0,3744 \text{ KN/m}^2$$



- Pilares

Tabla D.3 Paramentos verticales



A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Fig. 5 Tabla D.3 Paramentos verticales. Fuente DB SE AE

Parámetros de cada zona:

- $e \min(b, 2h) = (48,16) = 16$
- $e/10 = 1,6$
- $d = 33$
- $d - e = 17$
- $b = 48$
- $h/d = 0,24$

En este caso solo se analizan los pilares, por lo que los áreas útiles para el coeficiente eólico, o de presión son D y E. El valor se obtiene de la Tabla 20, considerando que el área de ambas zonas es mayor a 10 m<sup>2</sup>:

$$C_{pD} = 0,7$$

$$C_{pE} = -0,3$$

Las cargas debidas al viento transversal en los pilares centrales:

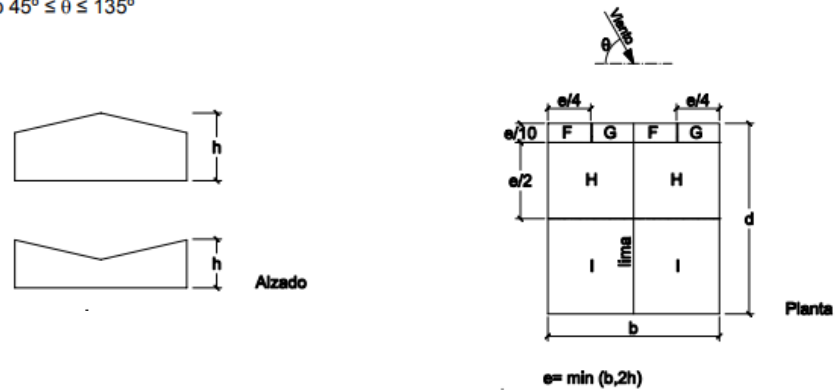
$$q_{eD} = 0,52 \cdot 1,3 \cdot 0,7 = 0,4732 \text{ KN/m}^2$$

$$q_{eE} = 0,52 \cdot 1, \cdot (-0,3) = -0,2028 \text{ KN/m}^2$$

## VIENTO LONGITUDINAL

- Cubierta

b) Dirección del viento  $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$



Pendiente de la cubierta $\alpha$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	$\geq 10$	-1.4	-1.2	-1.0	-0.9
	$\leq 1$	-2.0	-2.0	-1.3	-1.2
-30°	$\geq 10$	-1.5	-1.2	-1.0	-0.9
	$\leq 1$	-2.1	-2.0	-1.3	-1.2
-15°	$\geq 10$	-1.9	-1.2	-0.8	-0.8
	$\leq 1$	-2.5	-2.0	-1.2	-1.2
-5°	$\geq 10$	-1.8	-1.2	-0.7	-0.6
	$\leq 1$	-2.5	-2.0	-1.2	-1.2
5°	$\geq 10$	-1.6	-1.3	-0.7	-0.6
	$\leq 1$	-2.2	-2.0	-1.2	-0.6
15°	$\geq 10$	-1.3	-1.3	-0.6	-0.5
	$\leq 1$	-2.0	-2.0	-1.2	-0.5
30°	$\geq 10$	-1.1	-1.4	-0.8	-0.5
	$\leq 1$	-1.5	-2.0	-1.2	-0.5
45°	$\geq 10$	-1.1	-1.4	-0.9	-0.5
	$\leq 1$	-1.5	-2.0	-1.2	-0.5
60°	$\geq 10$	-1.1	-1.2	-0.8	-0.5
	$\leq 1$	-1.5	-2.0	-1.0	-0.5
75°	$\geq 10$	-1.1	-1.2	-0.8	-0.5
	$\leq 1$	-1.5	-2.0	-1.0	-0.5

Nota:

- No se deben mezclar valores positivos y negativos en una sola cara.

Fig. 6 Tabla D.6 Cubierta a dos aguas. Fuente DB SE AE

Parámetros de cada zona:

- $e \min(b, 2h) = (33, 16) = 16$
- $e/10 = 1,6$
- $e/4 = 4$
- $d = 48$
- $b = 48$
- $e/2 = 8$

Áreas de cada zona:

- $F = 12,8 \text{ m}^2$
- $G = 40 \text{ m}^2$
- $H = 264 \text{ m}^2$
- $I = 1267,2 \text{ m}^2$

Se recurre a la Tabla D.6 reflejada en la Figura 6 para conseguir el coeficiente eólico, o de presión de cada zona. Considerando que la pendiente de la cubierta es  $7^\circ$ , es necesario interpolar.

F	G	H	I	FGHI
-1,54	-1,3	-0,68	-0,58	-0,622

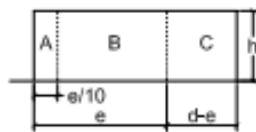
Tabla 15 Valor de coeficiente de cada zona para viento longitudinal

Las cargas debidas al viento longitudinal en la cubierta:

$$q_{eFGHI} = 0,52 \cdot 1,3 \cdot (-0,622) = -0,42 \text{ KN/m}^2$$

- Pilares

Tabla D.3 Paramentos verticales



A (m <sup>2</sup> )	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Fig. 7 Tabla D.3 Paramentos verticales. Fuente DB SE AE

Parámetros de cada zona:

- $e \min (b, 2h) = (33, 12) = 12$
- $e/10 = 1,2$
- $h = 6$
- $d = 48$
- $d - e = 36$
- $h/d = 0,14$

Áreas de cada zona:

- $A = 7,2 \text{ m}^2$
- $B = 67,8 \text{ m}^2$
- $C = 216 \text{ m}^2$

El valor se obtiene de la Tabla D.3 reflejada en la Figura 9:

A	B	C	ABC
-1,2	-0,8	-0,5	-0,585

Tabla 16 Valor de coeficiente de cada zona para viento longitudinal

Las cargas debidas al viento longitudinal en los pilares centrales:

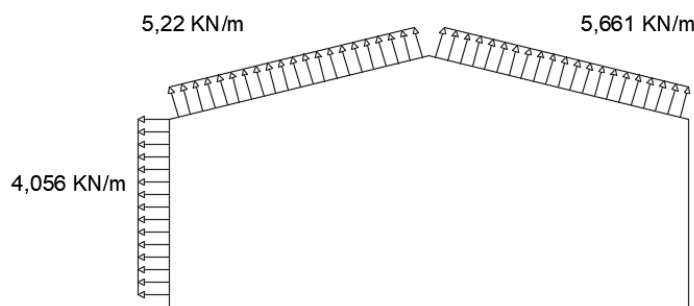
$$q_{eABC} = 0,52 \cdot 1,3 \cdot (-0,585) = -0,395 \text{ KN/m}^2$$

### RESUMEN DE LAS HIPOTESIS

Se analizan las hipótesis más desfavorables, combinándolas con presión interior y con la succión interior máxima.

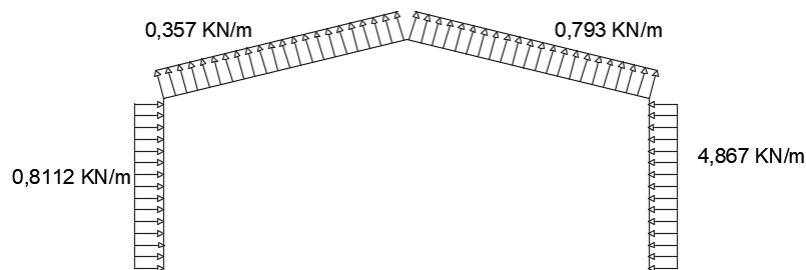
#### Viento transversal + Presión

- Cubierta derecha:  $q_e = [(-0,4703) + (-0,4732)] \cdot 6 = -5,661 \text{ KN/m}$
- Cubierta izquierda:  $q_e = [(-0,3970) + (-0,4732)] \cdot 6 = -5,22 \text{ KN/m}$
- Pilares centrales derecha:  $q_e = [0,4732 + (-0,4732)] \cdot 6 = 0 \text{ KN/m}$
- Pilares centrales izquierdo:  $q_e = [(-0,2028) + (-0,4732)] \cdot 6 = -4,056 \text{ KN/m}$



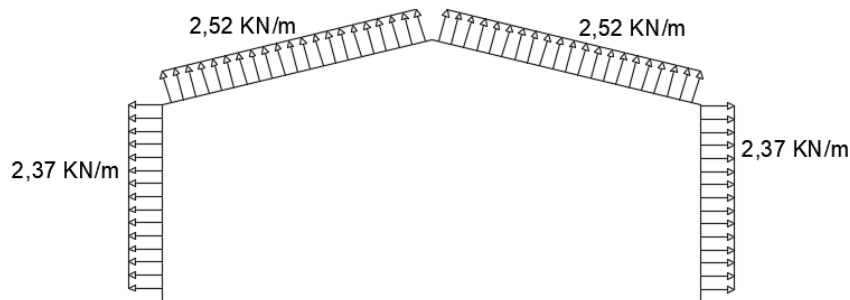
#### Viento transversal + Succión

- Cubierta derecha:  $q_e = [(-0,4703) + 0,338] \cdot 6 = -0,7938 \text{ KN/m}$
- Cubierta izquierda:  $q_e = [(-0,3970) + 0,338] \cdot 6 = -0,354 \text{ KN/m}$
- Pilares centrales derecha:  $q_e = [0,4732 + 0,338] \cdot 6 = 4,867 \text{ KN/m}$
- Pilares centrales izquierdo:  $q_e = [(-0,2028) + (-0,338)] \cdot 6 = 0,8112 \text{ KN/m}$



### Viento longitudinal

- Cubierta:  $q_e = [-0,42] \cdot 6 = -2,52 \text{ KN/m}$
- Pilares centrales:  $q_e = [-0,395] \cdot 6 = -2,37 \text{ KN/m}$



### **CONCLUSION:**

Se muestra una comparación entre los valores calculados manualmente y los generados por el programa Generador de Pórticos del software CYPE.

- Viento transversal ( $\text{KN/m}^2$ )

		Calculo manual	Generador Pórticos	Error
Cubierta	Derecha	5,661	5,74	1,37%
	Izquierda	5,22	5,27	0,94%
Pilares	Derecha	0	0,953	-
	Izquierda	4,056	4,201	3,4%

Tabla 17 Comparación viento transversal

- Viento longitudinal ( $\text{KN/m}^2$ )

		Calculo manual	Generador Pórticos	Error
Cubierta		2,52	2,994	15,83%
Pilares		2,37	2,92	18,83%

Tabla 18 Comparación viento longitudinal

#### 2.2.2. Acciones térmicas

De acuerdo con el Documento Básico SE-AE. (Seguridad estructural. Acciones en la edificación, al no existir elementos continuos de más de 40 metros no es necesaria la consideración de las acciones térmicas.

## 5. ESTRUCTURA

A continuación, se adjuntan los listados de cálculo generados por el programa CYPE 3D de los elementos más significativos del conjunto estructural, que son: Correas, Barras de los poticos, Uniones y Cimentaciones

### 5.1 CORREAS

Son elementos destinados a la sujeción de la envolvente de la cubierta. Se utilizan perfiles en acero S235 tipo Z, siendo el perfil que cumple ZF-200x3 con un aprovechamiento de 83,27%. Estos elementos estarán separados por una distancia de 1,6 m. Las correas se han diseñado para que sean continuas en dos vanos y con flecha límite de cálculo L/300.

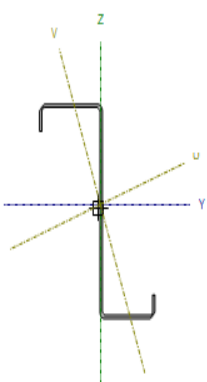
Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de calculo
Tipo de perfil: ZF-20x3.0	Límite de flecha: L/300
Separación: 1,30 m	Numero de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Tabla 19 Datos de las correas en cubierta. Fuente CYPE 3D

Las comprobaciones realizadas por el programa Generador de Pórticos son:

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 83.27%

Tabla 20 Comprobacion de resistencia de las correas. Fuente CYPE 3D

Perfil: ZF-200x3.0 Material: S235												
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas								
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>v</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>yz</sub> <sup>(4)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>v</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	y <sub>c</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	z <sub>c</sub> <sup>(3)</sup> (mm)	α <sup>(5)</sup> (grados)	
		32.355, 0.000, 6.078	32.355, 6.000, 6.078	6.000	11.31	687.20	137.79	-227.80	0.34	1.99	3.22	19.8
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.												
	Pandeo				Pandeo lateral							
	Plano XY		Plano XZ		Ala sup.		Ala inf.					
	β		1.00		0.00		0.00					
	L <sub>k</sub>		6.000		0.000		0.000					
	C <sub>i</sub>		-		1.000		1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>i</sub> : Factor de modificación para el momento crítico												



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	
pésima en cubierta	$b / t \leq (b / t)_{\text{Máx.}}$ Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	$x: 6 \text{ m}$ $\eta = 83.3$	N.P. <sup>(4)</sup>	N.P. <sup>(5)</sup>	N.P. <sup>(6)</sup>	$x: 6 \text{ m}$ $\eta = 13.9$	N.P. <sup>(7)</sup>	N.P. <sup>(8)</sup>	N.P. <sup>(9)</sup>	N.P. <sup>(10)</sup>	<b>CUMPLE</b> <b><math>\psi = 83.3</math></b>

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N <sub>t</sub>	N <sub>c</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>	M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	N <sub>t</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	N <sub>c</sub> M <sub>y</sub> M <sub>z</sub>	NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	M <sub>t</sub> NM <sub>y</sub> M <sub>z</sub> V <sub>y</sub> V <sub>z</sub>	
<p><b>Notación:</b>                      b / t: Relación anchura / espesor                      λ: Limitación de esbeltez                      N<sub>t</sub>: Resistencia a tracción                      N<sub>c</sub>: Resistencia a compresión                      M<sub>y</sub>: Resistencia a flexión. Eje Y                      M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión. Eje Z                      M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a flexión biaxial                      V<sub>y</sub>: Resistencia a corte Y                      V<sub>z</sub>: Resistencia a corte Z                      N<sub>t</sub>M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a tracción y flexión                      N<sub>c</sub>M<sub>y</sub>M<sub>z</sub>: Resistencia a compresión y flexión                      NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a cortante, axil y flexión                      M<sub>t</sub>NM<sub>y</sub>M<sub>z</sub>V<sub>y</sub>V<sub>z</sub>: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante                      x: Distancia al origen de la barra                      η: Coeficiente de aprovechamiento (%)                      N.P.: No procede</p> <p><b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b>                      (1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.                      (2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.                      (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.                      (4) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.                      (5) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.                      (6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.                      (7) No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.                      (8) No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.                      (9) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.                      (10) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p>														

Tabla 21 Características de las correas en cubierta

**Relación anchura / espesor** (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2) Se debe satisfacer:

$h/t \leq 250$	$h / t : \underline{62.7}$	✓
$b_1/t \leq 90$	$b_1 / t : \underline{22.7}$	✓
$c_1/t \leq 30$	$c_1 / t : \underline{6.3}$	✓
$b_2/t \leq 60$	$b_2 / t : \underline{19.3}$	✓
$c_2/t \leq 30$	$c_2 / t : \underline{5.3}$	✓
Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:		
$0.2 \leq c_1/b_1 \leq 0.6$	$c_1 / b_1 : \underline{0.279}$	
$0.2 \leq c_2/b_2 \leq 0.6$	$c_2 / b_2 : \underline{0.276}$	

Donde:

<b>h:</b> Altura del alma.	<b>h :</b> <u>188.00</u> mm
<b>b<sub>1</sub>:</b> Ancho del ala superior.	<b>b<sub>1</sub> :</b> <u>68.00</u> mm
<b>c<sub>1</sub>:</b> Altura del rigidizador del ala superior.	<b>c<sub>1</sub> :</b> <u>19.00</u> mm
<b>b<sub>2</sub>:</b> Ancho del ala inferior.	<b>b<sub>2</sub> :</b> <u>58.00</u> mm
<b>c<sub>2</sub>:</b> Altura del rigidizador del ala inferior.	<b>c<sub>2</sub> :</b> <u>16.00</u> mm
<b>t:</b> Espesor.	<b>t :</b> <u>3.00</u> mm

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 -

Tabla 6.3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

**Resistencia a tracción** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006,

Artículo 6.1.2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006,

Artículo 6.1.3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

**Resistencia a flexión. Eje Y** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

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

$\psi$  : 0.833



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 32.355, 6.000, 6.078, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(180°) H1.

**M<sub>y,Ed</sub>** : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

**M<sub>y,Ed</sub><sup>+</sup>** : 12.41 kN·m

Para flexión negativa:

**M<sub>y,Ed</sub>** : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

**M<sub>y,Ed</sub><sup>-</sup>** : 0.00 kN·m

La resistencia de cálculo a flexión M<sub>c,Rd</sub> viene dada por:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yb}}{\gamma_{M0}}$$

**M<sub>c,Rd</sub>** : 14.90 kN·m

Donde:

: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor

**W<sub>el</sub>** tensión.

**W<sub>el</sub>** : 66.58 cm<sup>3</sup>

**f<sub>yb</sub>**: Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>yb</sub>** : 235.00 MPa

**ψ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**ψ<sub>M0</sub>** : 1.05

**Resistencia a pandeo lateral del ala superior:** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

**Resistencia a pandeo lateral del ala inferior:** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a flexión. Eje Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a flexión biaxial** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1) La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

**Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

**Resistencia a corte Z** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5) Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.139 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 32.355, 6.000, 6.078, para la combinación de acciones 0.80\*G1 + 0.80\*G2 + 1.50\*V(180°) H1.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  
El esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{b,Rd}$  viene dado por:

$V_{Ed}$  : 10.54 kN

$$V_{b,Rd} = \frac{\frac{h_w}{\sin \phi} \cdot t \cdot f_{bv}}{\gamma_{M0}}$$

$V_{b,Rd}$  : 75.69 kN

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.

$h_w$  : 194.36 mm

$t$ : Espesor.

$t$  : 3.00 mm

$\phi$ : Ángulo que forma el alma con la horizontal.

$\phi$  : 90.0 grados

$f_{bv}$ : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

$$\bar{\lambda}_w \leq 0.83 \rightarrow f_{bv} = 0.58 \cdot f_{yb}$$

$f_{bv}$  : 136.30 MPa

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$ : Esbeltez relativa del alma.

$$\bar{\lambda}_w = 0.346 \cdot \frac{h_w}{t} \cdot \sqrt{\frac{f_{yb}}{E}}$$

$\bar{\lambda}_w$  : 0.75

Donde:

$f_{yb}$ : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_{yb}$  : 235.00 MPa

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000.00 MPa

$\psi_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\psi_{M0}$  : 1.05

**Resistencia a tracción y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)  
 No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a compresión y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante, axil y flexión** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

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

**Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante** (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

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

### 5.1.1 Comprobación de la flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Porcentaje de aprovechamiento: - Flecha: 51,25%

Tabla 22 Comprobación de la flecha

Coordenadas del nudo inicial: 32.355, 42.000, 6.078

Coordenadas del nudo final: 32.355, 48.000, 6.078

El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00\*G1 + 1.00\*G2 + 1.00\*V (180°) H1 a una distancia 3.000 m del origen en el segundo vano de la correa.

( $I_y = 687 \text{ cm}^4$ ) ( $I_z = 138 \text{ cm}^4$ )

Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m <sup>2</sup>
Correas de cubierta	28	248.66	0.07

Tabla 23 Medición de correas. CYPE 3D

## 5.2 GEOMETRIA EN BARRAS

### 5.2.1 Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	$\nu$	G	$f_y$	$\alpha \cdot t$	$\gamma$
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(MPa)	(m/m°C)	(kN/m <sup>3</sup> )
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:  
*E*: Módulo de elasticidad  
 *$\nu$* : Módulo de Poisson *G*: Módulo de cortadura  
 *$f_y$* : Límite elástico  
 *$\alpha \cdot t$* : Coeficiente de dilatación  
 *$\gamma$* : Peso específico

Tabla 24 Materiales utilizados en barras

5.2.2 Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N95/N1, N82/N2, N96/N4, N81/N5, N97/N7, N80/N8, N98/N10, N79/N11, N99/N13, N78/N14, N100/N16, N77/N17, N101/N19, N76/N20, N102/N22, N75/N23, N86/N25 y N74/N26
2	N1/N3, N2/N3, N25/N27 y N26/N27
3	N4/N6, N5/N6, N7/N9, N8/N9, N10/N12, N11/N12, N13/N15, N14/N15, N16/N18, N17/N18, N19/N21, N20/N21, N22/N24 y N23/N24
4	N84/N27, N105/N30, N104/N3 y N94/N31
5	N85/N28 y N83/N29
6	N34/N33, N36/N35, N32/N36, N35/N34, N42/N49, N43/N50, N44/N51, N45/N52, N46/N53, N47/N54 y N48/N55
7	N106/N39, N103/N40, N93/N41, N92/N50, N91/N51, N90/N52, N89/N53, N88/N54 y N87/N55
8	N37/N41
9	N40/N39, N39/N38 y N41/N40
10	N33/N38, N32/N37, N37/N43, N44/N45, N45/N46, N46/N47, N47/N48, N48/N42, N43/N44, N41/N50, N60/N61, N62/N63, N64/N65, N66/N67, N68/N69, N70/N71 y N72/N73
11	N34/N39, N35/N40 y N36/N41
12	N30/N56, N57/N29, N58/N28, N31/N59, N1/N4, N4/N7, N7/N10, N10/N13, N16/N19, N19/N22, N22/N25, N13/N16, N3/N6, N24/N27, N2/N5, N5/N8, N8/N11, N11/N14, N17/N20, N20/N23, N23/N26 y N14/N17
13	N55/N49, N54/N55, N53/N54, N52/N53, N51/N52 y N50/N51
14	N48/N25, N42/N22, N37/N1, N32/N4, N33/N5, N38/N2, N58/N27, N25/N58, N28/N24, N22/N28, N4/N31, N31/N6, N59/N3, N1/N59, N56/N3, N2/N56, N30/N6, N5/N30, N23/N29, N29/N24, N57/N27 y N26/N57
15	N66/N42, N67/N48, N68/N37, N69/N32, N71/N23, N70/N26, N72/N38 y N73/N33

Tabla 25 Referencia de cada nudo de la nave

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	Avy (cm <sup>2</sup> )	Avz (cm <sup>2</sup> )	Iyy (cm <sup>4</sup> )	Izz (cm <sup>4</sup> )	It (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	HE 360 B, (HEB)	180.60	101.25	35.44	43190.00	10140.00	292.50
		2	HE 240 B, (HEB)	106.00	61.20	18.54	11260.00	3923.00	102.70
		3	HE 280 B, Simple con cartelas, (HEB) Cartela inicial inferior: 3.30 m.	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	143.70
		4	HE 320 B, (HEB)	161.30	92.25	28.88	30820.00	9239.00	225.10
		5	HE 280 B, (HEB)	131.40	75.60	23.06	19270.00	6595.00	143.70
		6	IPE 120, (IPE)	13.20	6.05	4.25	318.00	27.70	1.74
		7	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	185.00
		8	IPE 240, (IPE)	39.10	17.64	12.30	3892.00	284.00	12.90
		9	IPE 360, (IPE)	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.30
		10	IPE 330, (IPE)	62.60	27.60	20.72	11770.00	788.00	28.20
		11	IPE 450, (IPE)	98.80	41.61	35.60	33740.00	1676.00	66.90
		12	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.00	68.30	3.60
Tipo	Designación								
		13	IPE 300, (IPE)	53.80	24.07	17.80	8356.00	604.00	20.10
		14	L 35 x 35 x 5, (L)	3.28	1.50	1.50	3.56	3.56	0.27
		15	L 25 x 25 x 4, (L)	1.85	0.84	0.84	1.01	1.01	0.10

**Notación:**

Ref.: Referencia

A: Área de la sección transversal

Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'

Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'

Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'

Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'

It: Inercia a torsión

Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

**Tabla 26 Características mecánicas de los perfiles utilizados**

**5.2.3 Tabla de medición**

<b>Tabla de medición</b>						
<b>Material</b>		<b>Pieza (Ni/Nf)</b>	<b>Perfil(Serie)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Volumen (m³)</b>	<b>Peso (kg)</b>
<b>Tipo</b>	<b>Designación</b>					
Acero laminado	S275	N95/N1	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N82/N2	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N1/N3	HE 240 B (HEB)	16.621	0.176	1383.01
		N2/N3	HE 240 B (HEB)	16.621	0.176	1383.01
		N96/N4	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N81/N5	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N4/N6	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14
		N5/N6	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14
		N97/N7	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N80/N8	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N7/N9	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14
		N8/N9	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14
		N98/N10	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N79/N11	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N10/N12	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14
		N11/N12	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14
		N99/N13	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N78/N14	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N13/N15	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14
		N14/N15	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14
		N100/N16	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N77/N17	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N16/N18	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14
		N17/N18	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14
		N101/N19	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
N76/N20	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45		
N19/N21	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14		
N20/N21	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14		
N102/N22	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45		
N75/N23	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45		
N22/N24	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14		
N23/N24	HE 280 B (HEB)	16.621	0.282	1878.14		
N86/N25	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45		



Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N74/N26	HE 360 B (HEB)	7.600	0.137	1077.45
		N25/N27	HE 240 B (HEB)	16.621	0.176	1383.01
		N26/N27	HE 240 B (HEB)	16.621	0.176	1383.01
		N84/N27	HE 320 B (HEB)	9.600	0.155	1215.55
		N85/N28	HE 280 B (HEB)	8.600	0.113	887.07
		N83/N29	HE 280 B (HEB)	8.600	0.113	887.07
		N105/N30	HE 320 B (HEB)	8.600	0.139	1088.92
		N104/N3	HE 320 B (HEB)	9.600	0.155	1215.55
		N94/N31	HE 320 B (HEB)	8.600	0.139	1088.92
		N34/N33	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49
		N36/N35	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49
		N32/N36	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49
		N35/N34	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49
		N106/N39	HE 300 B (HEB)	4.600	0.069	538.39
		N103/N40	HE 300 B (HEB)	4.600	0.069	538.39
		N93/N41	HE 300 B (HEB)	4.600	0.069	538.39
		N37/N41	IPE 240 (IPE)	8.250	0.032	253.22
		N40/N39	IPE 360 (IPE)	8.250	0.060	470.82
		N39/N38	IPE 360 (IPE)	8.250	0.060	470.82
		N41/N40	IPE 360 (IPE)	8.250	0.060	470.82
		N33/N38	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N34/N39	IPE 450 (IPE)	6.000	0.059	465.35
		N35/N40	IPE 450 (IPE)	6.000	0.059	465.35
		N36/N41	IPE 450 (IPE)	6.000	0.059	465.35
		N32/N37	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N42/N49	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49
		N37/N43	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N44/N45	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N45/N46	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N46/N47	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N47/N48	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N48/N42	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N43/N44	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N92/N50	HE 300 B (HEB)	4.600	0.069	538.39
		N91/N51	HE 300 B (HEB)	4.600	0.069	538.39
		N90/N52	HE 300 B (HEB)	4.600	0.069	538.39
		N89/N53	HE 300 B (HEB)	4.600	0.069	538.39
		N88/N54	HE 300 B (HEB)	4.600	0.069	538.39
		N87/N55	HE 300 B (HEB)	4.600	0.069	538.39
		N30/N56	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N57/N29	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N58/N28	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N31/N59	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N43/N50	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49

		N44/N51	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49
		N45/N52	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N46/N53	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49
		N47/N54	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49
		N48/N55	IPE 120 (IPE)	8.250	0.011	85.49
		N55/N49	IPE 300 (IPE)	6.000	0.032	253.40
		N54/N55	IPE 300 (IPE)	6.000	0.032	253.40
		N53/N54	IPE 300 (IPE)	6.000	0.032	253.40
		N52/N53	IPE 300 (IPE)	6.000	0.032	253.40
		N51/N52	IPE 300 (IPE)	6.000	0.032	253.40
		N41/N50	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N50/N51	IPE 300 (IPE)	6.000	0.032	253.40
		N60/N61	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N62/N63	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N64/N65	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N1/N4	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N4/N7	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N7/N10	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N10/N13	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N16/N19	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N19/N22	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N22/N25	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N13/N16	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N3/N6	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N24/N27	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N2/N5	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N5/N8	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N8/N11	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N11/N14	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N17/N20	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N20/N23	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N23/N26	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N14/N17	IPE 160 (IPE)	6.000	0.012	94.67
		N48/N25	L 35 x 35 x 5 (L)	6.708	0.002	17.27
		N42/N22	L 35 x 35 x 5 (L)	6.708	0.002	17.27
		N37/N1	L 35 x 35 x 5 (L)	6.708	0.002	17.27
		N32/N4	L 35 x 35 x 5 (L)	6.708	0.002	17.27
		N33/N5	L 35 x 35 x 5 (L)	6.708	0.002	17.27
		N38/N2	L 35 x 35 x 5 (L)	6.708	0.002	17.27
		N58/N27	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N25/N58	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N28/N24	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N22/N28	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39

		N4/N31	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N31/N6	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N59/N3	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N1/N59	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N56/N3	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N2/N56	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N30/N6	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N5/N30	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N23/N29	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N29/N24	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N57/N27	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N26/N57	L 35 x 35 x 5 (L)	10.250	0.003	26.39
		N66/N67	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N68/N69	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N66/N42	L 25 x 25 x 4 (L)	6.708	0.001	9.74
		N67/N48	L 25 x 25 x 4 (L)	6.708	0.001	9.74
		N68/N37	L 25 x 25 x 4 (L)	6.708	0.001	9.74
		N69/N32	L 25 x 25 x 4 (L)	6.708	0.001	9.74
		N70/N71	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N71/N23	L 25 x 25 x 4 (L)	8.485	0.002	12.32
		N70/N26	L 25 x 25 x 4 (L)	8.485	0.002	12.32
		N72/N73	IPE 330 (IPE)	6.000	0.038	294.85
		N72/N38	L 25 x 25 x 4 (L)	6.708	0.001	9.74
		N73/N33	L 25 x 25 x 4 (L)	6.708	0.001	9.74

Notación:  
 Ni: Nudo inicial  
 Nf: Nudo final

#### 5.2.4 Resumen de mediciones

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m <sup>3</sup> )	Serie (m <sup>3</sup> )	Material (m <sup>3</sup> )	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
		HEB	HE 360 B	136.798	530.971		2.471	8.548		19394.04	62448.60	
			HE 240 B	66.483		0.705	5532.06					
			HE 280 B,	232.691		3.942	26293.91					
			Simple con cartelas									
			HE 320 B	36.400		0.587	4608.94					
			HE 280 B	17.200		0.226	1774.14					
			HE 300 B	41.399		0.617	4845.50					
			IPE 120	90.750		0.120	940.35					
			IPE 240	8.250		0.032	253.22					
			IPE 360	24.750		0.180	1412.47					
			IPE 330	102.000		0.639	5012.38					
			IPE 450	18.000		0.178	1396.04					
			IPE 160	132.000		0.265	2082.76					
			IPE 300	36.000		0.194	1520.39					
		IPE		411.750		1.607		12617.6				

Acero laminado	S275	L	L 35 x 35 x 5 L 25 x 25 x 4	204.249 57.220	261.469	1204.19 0	0.067 0.011	0.078	10.23 3	525.90 83.10	2 609.00	75675.2 2
----------------	------	---	--------------------------------	-------------------	---------	--------------	----------------	-------	------------	-----------------	-------------	--------------

Tabla 27 Resumen de la medición de los perfiles

### 5.2.5 Medición de superficies

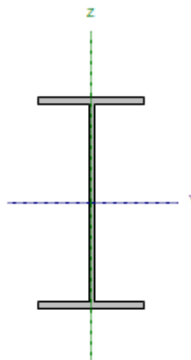
<b>Acero laminado: Medición de las superficies a pintar</b>				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m <sup>2</sup> /m)	Longitud (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
HEB	HE 360 B	1.895	136.798	259.233
	HE 240 B	1.420	66.483	94.406
	HE 280 B, Simple con cartelas	1.824	232.691	424.357
	HE 320 B	1.817	36.400	66.138
	HE 280 B	1.659	17.200	28.534
	HE 300 B	1.778	41.399	73.608
IPE	IPE 120	0.487	90.750	44.213
	IPE 240	0.948	8.250	7.818
	IPE 360	1.384	24.750	34.254
	IPE 330	1.285	102.000	131.070
	IPE 450	1.641	18.000	29.542
	IPE 160	0.638	132.000	84.216
	IPE 300	1.186	36.000	42.689
L	L 35 x 35 x 5	0.140	204.249	28.595
	L 25 x 25 x 4	0.100	57.220	5.722
<b>Total</b>				<b>1354.394</b>

## 6. RESULTADOS BARRAS

### 6.1 COMPROBACIONES ELU

A continuación se muestra el listado completo de comprobaciones para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

#### BARRA N55/N49

Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275)		Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas		
Inicial	Final	Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )		I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )	
N55	N49	6.000	53.80	8356.00	604.00	20.10	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
		β	0.00	0.00	0.00	0.00	
		L <sub>k</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	
		C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>s</sub>	-		1.000				
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>s</sub> : Factor de modificación para el momento crítica							

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

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

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

**Clase :** 2

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

**A :** 53.80 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$39.24 \leq 254.33 \quad \checkmark$$

Donde:

$h_w$ : Altura del alma.	$h_w$ : <u>278.60</u> mm
$t_w$ : Espesor del alma.	$t_w$ : <u>7.10</u> mm
$A_w$ : Área del alma.	$A_w$ : <u>19.78</u> cm <sup>2</sup>
$A_{f_{c,ef}}$ : Área reducida del ala comprimida.	$A_{f_{c,ef}}$ : <u>16.05</u> cm <sup>2</sup>
$k$ : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	$k$ : <u>0.30</u>
$E$ : Módulo de elasticidad.	$E$ : <u>210000</u> MPa
$f_{yf}$ : Límite elástico del acero del ala comprimida.	$f_{yf}$ : <u>275.00</u> MPa
Siendo:	
$f_{yf} = f_y$	

### Resistencia a tracción: (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.073} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de ciones 0.8·PP+0.8·CM+1.5·V(180°)H1.

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.  $N_{t,Ed} : \underline{103.06}$  kN

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

$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$   $N_{t,Rd} : \underline{1409.05}$  kN

Donde:

$A$ : Área bruta de la sección transversal de la barra.  $A : \underline{53.80}$  cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.  $f_{yd} : \underline{261.90}$  MPa

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

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)  $f_y : \underline{275.00}$  MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.  $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.087} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Q(B)+1.5·V(270°)H2+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.  $N_{c,Ed} : \underline{121.89}$  kN

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

$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$   $N_{c,Rd} : \underline{1409.05}$  kN



Donde:

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

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

**$f_{yd}$ :** Resistencia de cálculo del acero.

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

Siendo:

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

**$\gamma_{M0}$ :** Coeficiente parcial de seguridad del material.

**Clase :** 2

**A :** 53.80 cm<sup>2</sup>

**$f_{yd}$  :** 261.90 MPa

**$f_y$  :** 275.00 MPa

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

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

**$\eta$  :** 0.834 ✓

Para flexión positiva:

**$M_{Ed}^+$ :** Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

**$M_{Ed}^+$  :** 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N55, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(B) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

**$M_{Ed}^-$ :** Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

**$M_{Ed}^-$  :** 137.13 kN·m

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

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

**$M_{c,Rd}$  :** 164.48 kN·m

Donde:

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

**Clase :** 1

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

**$W_{pl,Y}$  :** 628.00 cm<sup>3</sup>

**$f_{yd}$ :** Resistencia de cálculo del acero.

**$f_{yd}$  :** 261.90 MPa

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

Siendo:

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

**$f_y$  :** 275.00 MPa

**$\gamma_{M0}$ :** Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.050 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Q(B)+0.9·V(270°)H2+1.5·N(EI).

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+$  : 1.39 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N55, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM+1.5·V(180°)H1.

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^-$  : 1.62 kN·m

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

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,z}$  : 125.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.351 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N55, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B)+0.9·V(270°)H2+0.75·N(EI).

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

$V_{Ed}$  : 136.40 kN

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

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

$V_{c,Rd}$  : 388.15 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 25.67 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$h$  : 300.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 7.10 mm

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

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

$$35.01 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$Z_w$ : Esbeltez del alma.

$$Z_w : \underline{35.01}$$

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

$Z_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$Z_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\sigma$ : Factor de reducción.

$$\sigma : \underline{0.92}$$

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

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM+1.5·V(180°)H1.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.30} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{514.41} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{34.02} \text{ cm}^2$$

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

Siendo:

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{53.80} \text{ cm}^2$$

$d$ : Altura del alma.

$$d : \underline{278.60} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.10} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 136.40 \text{ kN} \leq 194.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(B) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI).$$

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

$$V_{Ed} : \underline{136.40} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{388.15} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 0.30 \text{ kN} \leq 257.21 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $0.8 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{0.30} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{514.41} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1 \quad \eta : \underline{0.935} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N48, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(B) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2$ .

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{121.89} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{133.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{1.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1409.05} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{164.48} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{32.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(B) + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$ .

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

$$136.40 \text{ kN} \leq 193.56 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{136.40} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{387.13} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 0.8 \cdot CM + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$ .

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo  $M_{T,Rd}$  viene dado por:

$$M_{T,Rd} = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot W_T \cdot f_{yd}$$

$$M_{T,Rd} : \underline{2.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{18.79} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.240} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.150 m del nudo N55, para la combinación de acciones  $1.35 \cdot PP + 1.35 \cdot CM + 1.5 \cdot Q(G1)$ .

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

$$V_{Ed} : \underline{92.93} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{387.13} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{388.15} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.00} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{18.79} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(G1).

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

$$V_{Ed} : \underline{0.24} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$ : Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$V_{pl,T,Rd} = \sqrt{1 - \frac{\tau_{T,Ed}}{1.25 \cdot f_{yd} / \sqrt{3}}} \cdot V_{pl,Rd}$$

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{513.05} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$V_{pl,Rd} : \underline{514.41} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$ : Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{1.00} \text{ MPa}$$

$$\tau_{T,Ed} = \frac{M_{T,Ed}}{W_t}$$

Siendo:

$W_T$ : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{18.79} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

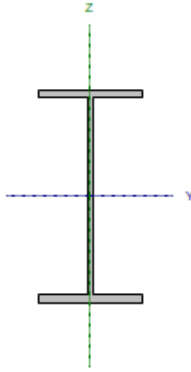
$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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



## BARRA N48/N42

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
	NÚDOS		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N48	N42	6.000	62.60	11770.00	788.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.00		0.00	0.00	0.00	
L <sub>K</sub>	0.000		0.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>	1.000		1.000	1.000	1.000	
C <sub>t</sub>			-	1.000		
Notación: j: Coeficiente de pandeo L <sub>K</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>t</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

### Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

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

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$\text{Clase : } \underline{3}$$

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

$$h_w : \underline{307.00} \text{ mm}$$

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

$$A_w : \underline{23.03} \text{ cm}^2$$

**A<sub>t<sub>c,ef</sub></sub>:** Área reducida del ala comprimida.

$$A_{t_{c,ef}} : \underline{18.40} \text{ cm}^2$$

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

$$k : \underline{0.30}$$

**E:** Módulo de elasticidad.

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

**f<sub>yf</sub>:** Límite elástico del acero del ala comprimida.

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

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$



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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.012 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM+1.5·V(0°)H1.

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

$N_{t,Ed}$  : 19.99 kN

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

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

$N_{t,Rd}$  : 1639.52 kN

Donde:

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

$A$  : 62.60 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.028 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM+1.05·Q(B)+1.5·V(270°)H2.

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

$N_{c,Ed}$  : 45.83 kN

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

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

$N_{c,Rd}$  : 1639.52 kN

Donde:

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

**Clase** : 3

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

$A$  : 62.60 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.861 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+$  : 181.41 kN·m

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 210.57 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,y}$  : 804.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.260 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$V_{Ed}$  : 120.94 kN

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

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

$V_{c,Rd}$  : 465.77 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 30.80 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

**h:** Canto de la sección.

**h :** 330.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 7.50 mm

**f<sub>yd</sub>:** Resistencia de cálculo del acero.

**f<sub>yd</sub> :** 261.90 MPa

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**γ<sub>MO</sub>:** Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>MO</sub> :** 1.05

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

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

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

**36.13 < 64.71** ✓

Donde:

**Z<sub>w</sub>:** Esbeltez del alma.

**Z<sub>w</sub> :** 36.13

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

**Z<sub>emáx</sub>:** Esbeltez máxima.

**Z<sub>emáx</sub> :** 64.71

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

**σ:** Factor de reducción.

**σ :** 0.92

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

Siendo:

**f<sub>ref</sub>:** Límite elástico de referencia.

**f<sub>ref</sub> :** 235.00 MPa

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

#### **Resistencia a corte Y** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V<sub>Ed</sub>** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V<sub>c,Rd</sub>**.

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

**105.82 kN ≤ 232.88 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N48, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

**V<sub>Ed</sub>:** Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed</sub> :** 105.82 kN

**V<sub>c,Rd</sub>:** Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

**V<sub>c,Rd</sub> :** 465.77 kN

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

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

#### **Resistencia a flexion y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.877} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>s</sup>imos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N48, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B)+0.9·V(270°)H2.

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo.

$$N_{c,Ed} : \underline{26.11} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de c3lculo p<sup>s</sup>imos, seg<sup>u</sup>n los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Clase:** Clase de la secci3n, seg<sup>u</sup>n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

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

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

#### Resistencia a flexi3n, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de c3lculo a flexi3n y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, adem3s, el esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de c3lculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p<sup>s</sup>imos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N48, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo.

$$V_{Ed,z} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de c3lculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

#### Resistencia a torsi3n (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.7)

La comprobaci3n no procede, ya que no hay momento torsor.

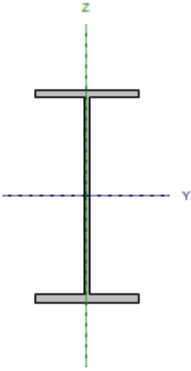
#### Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

No hay interacci3n entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinaci3n. Por lo tanto, la comprobaci3n no procede.

#### Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

No hay interacci3n entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinaci3n. Por lo tanto, la comprobaci3n no procede.

**BARRA N32/N37**

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
	NÚDOS		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N32	N37	6.000	62.60	11770.00	788.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.00		0.00	0.00	0.00	
L <sub>k</sub>	0.000		0.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>	1.000		1.000	1.000	1.000	
C <sub>t</sub>			-	1.000		
Notación: j: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>t</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida λ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

**Clase :** 3

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

**A :** 62.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 307.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 7.50 mm

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

**A<sub>w</sub> :** 23.03 cm<sup>2</sup>

**A<sub>fc,ef</sub>:** Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>fc,ef</sub> :** 18.40 cm<sup>2</sup>

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

**k :** 0.30

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**f<sub>yf</sub>:** Límite elástico del acero del ala comprimida.

**f<sub>yf</sub> :** 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM+1.5·V(0°)H3+0.75·N(EI).

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

$$N_{t,Ed} : \underline{19.35} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·CM+1.5·V(90°)H2.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{41.15} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.861} \quad \checkmark$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**Resistencia a pandeo lateral**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.260} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{120.94} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{30.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{330.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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



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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

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

**36.13 < 64.71** ✓

Donde:

$Z_w$ : Esbeltez del alma.

$Z_w$  : 36.13

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

$Z_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$Z_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\sigma$ : Factor de reducción.

$\sigma$  : 0.92

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

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$  : 235.00 MPa

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

$f_y$  : 275.00 MPa

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

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

**105.82 kN ≤ 232.88 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$V_{Ed}$  : 105.82 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 465.77 kN

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.876 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sub>simos</sub> se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B)+0.9·V(90°)H2

Donde:

$N_{c,Ed}$ : Axil de compresión solicitante de cálculo p<sub>simos</sub>.

$$N_{c,Ed} : \underline{23.95} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo p<sub>simos</sub>, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

**Resistencia a pandeo:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sub>simos</sub> se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN}$$



Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p<sub>simos</sub>.

$$V_{Ed,z} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

#### **Resistencia a torsion** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

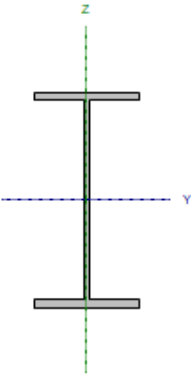
#### **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

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

**BARRAS N33/N38**

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
	NUDOS		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N33	N38	6.000	62.60	11770.00	788.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.00	0.00	0.00	0.00	
L <sub>k</sub>		0.000	0.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>t</sub>		-		1.000		
Notación: j: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>t</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida λ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0

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

$\bar{\lambda} < \underline{0.01}$  ✓

Donde:

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

**Clase :** 3

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

**A :** 62.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$40.93 \leq 256.27$  ✓

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 307.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 7.50 mm

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

**A<sub>w</sub> :** 23.03 cm<sup>2</sup>

**A<sub>fc,ef</sub>:** Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>fc,ef</sub> :** 18.40 cm<sup>2</sup>

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

**k :** 0.30

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**f<sub>yf</sub>:** Límite elástico del acero del ala comprimida.

**f<sub>yf</sub> :** 275.00 MPa

Siendo:

$f_{yf} = f_y$

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

Se debe satisfacer:

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de ciones 0.8·PP+0.8·CM+1.5·V(180°)H1.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{8.91} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.022} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Q(B)+1.5·V(90°)H2+0.75·N(EI).

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

$$N_{c,Ed} : \underline{36.17} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.861 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+$  : 181.41 kN·m

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^-$  : 0.00 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$  : 210.57 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,y}$  : 804.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.260 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$V_{Ed}$  : 120.94 kN

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

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

$V_{c,Rd}$  : 465.77 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 30.80 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

**h**: Canto de la sección.

**h** : 330.00 mm

**t<sub>w</sub>**: Espesor del alma.

**t<sub>w</sub>** : 7.50 mm

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

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

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

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

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

**Z<sub>w</sub>**: Esbeltez del alma.

**Z<sub>w</sub>** : 36.13

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

**Z<sub>máx</sub>**: Esbeltez máxima.

**Z<sub>máx</sub>** : 64.71

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

**σ**: Factor de reducción.

**σ** : 0.92

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

Siendo:

**f<sub>ref</sub>**: Límite elástico de referencia.

**f<sub>ref</sub>** : 235.00 MPa

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V<sub>Ed</sub>** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **V<sub>c,Rd</sub>**.

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

**V<sub>Ed</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed</sub>** : 105.82 kN

**V<sub>c,Rd</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

**V<sub>c,Rd</sub>** : 465.77 kN

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

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



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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : \underline{0.875}$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B)+0.9·V(90°)H2+0.75·N(EI).

Donde:

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

**N<sub>c,Ed</sub>** :  $\underline{22.76}$  kN

**M<sub>y,Ed</sub>**, **M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

**M<sub>y,Ed</sub>** :  $\underline{181.41}$  kN·m

**M<sub>z,Ed</sub>** :  $\underline{0.00}$  kN·m

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

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

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a compresión de la sección bruta.

**N<sub>pl,Rd</sub>** :  $\underline{1639.52}$  kN

**M<sub>pl,Rd,y</sub>**, **M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

**M<sub>pl,Rd,y</sub>** :  $\underline{210.57}$  kN·m

**M<sub>pl,Rd,z</sub>** :  $\underline{40.33}$  kN·m

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V<sub>Ed</sub>** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N33, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

**105.82 kN** ≤ **232.88 kN** ✓

Donde:

**V<sub>Ed,z</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

**V<sub>Ed,z</sub>** :  $\underline{105.82}$  kN

**V<sub>c,Rd,z</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

**V<sub>c,Rd,z</sub>** :  $\underline{465.77}$  kN

**Resistencia a torsion** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

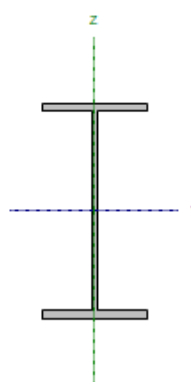
**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

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

**BARRA N47/N48**

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
	NÚDOS		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N47	N48	6.000	62.60	11770.00	788.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
L <sub>k</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>t</sub>	-			1.000		
Notación: j: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>t</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

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

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

**Clase :** 3

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

**A :** 62.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 307.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 7.50 mm

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

**A<sub>w</sub> :** 23.03 cm<sup>2</sup>

**A<sub>t,cr,ef</sub>:** Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>t,cr,ef</sub> :** 18.40 cm<sup>2</sup>

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

**k :** 0.30

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**f<sub>yf</sub>:** Límite elástico del acero del ala comprimida.

**f<sub>yf</sub> :** 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM+1.5·V(180°)H3+0.75·N(EI).

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

$$N_{t,Ed} : \underline{26.70} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

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

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM+1.05·Q(B)+1.5·V(270°)H2.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{32.65} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.861} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.260} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{120.94} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{30.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{330.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

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

**36.13 < 64.71** ✓

Donde:

$Z_w$ : Esbeltez del alma.

$Z_w$  : 36.13

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

$Z_{máx}$ : Esbeltez máxima.

$Z_{máx}$  : 64.71

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

$\sigma$ : Factor de reducción.

$\sigma$  : 0.92

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

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$  : 235.00 MPa

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

$f_y$  : 275.00 MPa

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

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

**105.82 kN ≤ 232.88 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$V_{Ed}$  : 105.82 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 465.77 kN

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta$  : 0.873 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B)+0.9·V(270°)H2.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{18.47} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

### Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN}$$



Donde:

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

$$V_{Ed,x} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,x} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

### Resistencia a torsion (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

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

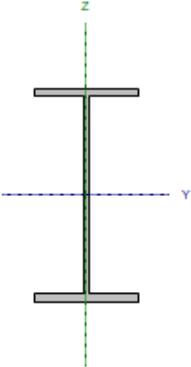
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

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



**BARRA N45/N46**

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
	NÚDOS		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N45	N46	6.000	62.60	11770.00	788.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
L <sub>k</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>i</sub>	-			1.000		
Notación: J: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>i</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida λ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

**Clase :** 3

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

**A :** 62.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 307.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 7.50 mm

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

**A<sub>w</sub> :** 23.03 cm<sup>2</sup>

**A<sub>fc,ef</sub>:** Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>fc,ef</sub> :** 18.40 cm<sup>2</sup>

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

**k :** 0.30

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**f<sub>yf</sub>:** Límite elástico del acero del ala comprimida.

**f<sub>yf</sub> :** 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM+1.5·V(180°)H3+0.75·N(EI).

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

$$N_{t,Ed} : \underline{26.92} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.015} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM+1.05·Q(B)+1.5·V(270°)H2.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{25.31} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.861} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.260} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{120.94} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{30.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{330.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

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

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$Z_w$ : Esbeltez del alma.

$$Z_w : \underline{36.13}$$

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

$Z_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$Z_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\sigma$ : Factor de reducción.

$$\sigma : \underline{0.92}$$

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

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

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

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

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

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.872} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B)+0.9·V(180)H3+0.75·N(EI).

Donde:

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

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

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

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.

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

$$\begin{aligned}
 N_{t,Ed} &: \underline{17.15} \text{ kN} \\
 M_{y,Ed} &: \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{z,Ed} &: \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 \text{Clase} &: \underline{1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{pl,Rd} &: \underline{1639.52} \text{ kN} \\
 M_{pl,Rd,y} &: \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{pl,Rd,z} &: \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

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

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N45, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN}$$



Donde:

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

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

$$V_{Ed,z} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,z} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

#### **Resistencia a torsion** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

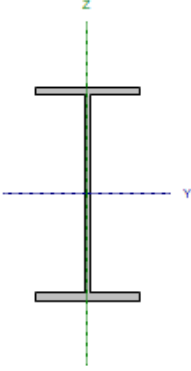
#### **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

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

**BARRA N46/N47**

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
	NÚDOS		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N46	N47	6.000	62.60	11770.00	788.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.00	0.00	0.00	0.00	
L <sub>k</sub>		0.000	0.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>t</sub>		-		1.000		
Notación: β: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>t</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida λ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

**Clase :** 3

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

**A :** 62.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 307.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 7.50 mm

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

**A<sub>w</sub> :** 23.03 cm<sup>2</sup>

**A<sub>fc,ef</sub>:** Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>fc,ef</sub> :** 18.40 cm<sup>2</sup>

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

**k :** 0.30

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**f<sub>yf</sub>:** Límite elástico del acero del ala comprimida.

**f<sub>yf</sub> :** 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$



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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de ciones 1.35·PP+0.8·CM+1.5·V(180°)H3+0.75·N(EI).

**N<sub>t,Ed</sub>**: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{26.88} \text{ kN}$$

resistencia de cálculo a tracción **N<sub>t,Rd</sub>** viene dada por:

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.018} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM+1.05·Q(B)+1.5·V(270°)H2.

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{28.90} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N<sub>c,Rd</sub>** viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.861} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.260} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{120.94} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{30.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{330.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

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

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$Z_w$ : Esbeltez del alma.

$$Z_w : \underline{36.13}$$

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

$Z_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$Z_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

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

$\sigma$ : Factor de reducción.

$$\sigma : \underline{0.92}$$

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

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

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

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

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

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.872} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B)+0.9·V(180)H3+0.75·N(EI).

Donde:

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

$$N_{t,Ed} : \underline{17.13} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N46, para la combinación de acciones  $1.35\cdot PP + 1.35\cdot CM + 1.5\cdot Q(B)$ .

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN}$$



Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

### Resistencia a torsion (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

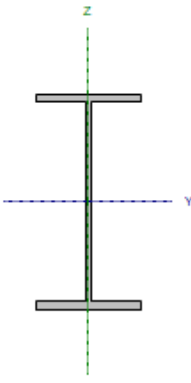
### Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

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

**BARRA N44/N45**

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
	NÚDOS		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N44	N45	6.000	62.60	11770.00	788.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.00	0.00	0.00	0.00	
L <sub>k</sub>		0.000	0.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>1</sub>		-		1.000		
Notación: j: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>1</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

La esbeltez reducida λ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

**Clase :** 3

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

**A :** 62.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 307.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 7.50 mm

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

**A<sub>w</sub> :** 23.03 cm<sup>2</sup>

**A<sub>fc,ef</sub>:** Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>fc,ef</sub> :** 18.40 cm<sup>2</sup>

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

**k :** 0.30

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**f<sub>yf</sub>:** Límite elástico del acero del ala comprimida.

**f<sub>yf</sub> :** 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM+1.5·V(180°)H3+0.75·N(EI).

**N<sub>t,Ed</sub>**: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{26.84} \text{ kN}$$

resistencia de cálculo a tracción **N<sub>t,Rd</sub>** viene dada por:

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**γ<sub>Mo</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM+1.05·Q(B)+1.5·V(270°)H2.

**N<sub>c,Ed</sub>**: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{21.76} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión **N<sub>c,Rd</sub>** viene dada por:

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

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

**γ<sub>Mo</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.861} \quad \checkmark$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N44, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

**Resistencia a pandeo lateral:** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.260} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N44, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{120.94} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{30.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{330.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

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

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$Z_w$ : Esbeltez del alma.

$$Z_w : \underline{36.13}$$

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

$Z_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$Z_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\sigma$ : Factor de reducción.

$$\sigma : \underline{0.92}$$

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

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

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

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

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

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N44, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.872} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N44, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B)+0.9·V(180)H3+0.75·N(EI).

Donde:

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

$$N_{t,Ed} : \underline{17.08} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N44, para la combinación de acciones  $1.35\cdot PP + 1.35\cdot CM + 1.5\cdot Q(B)$ .

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN}$$



Donde:

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

$$V_{Ed,x} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,x} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

**Resistencia a torsion** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

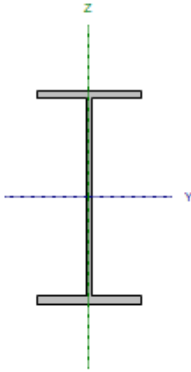
**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

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

### BARRA N43/N44

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
	NÚDOS		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>x</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N43	N44	6.000	62.60	11770.00	788.00
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β		0.00	0.00	0.00	0.00	
L <sub>k</sub>		0.000	0.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>		1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>t</sub>		-		1.000		
Notación: j: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>t</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

#### Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

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

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

**Clase :** 3

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

**A :** 62.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 307.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 7.50 mm

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

**A<sub>w</sub> :** 23.03 cm<sup>2</sup>

**A<sub>rc,ef</sub>:** Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>rc,ef</sub> :** 18.40 cm<sup>2</sup>

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

**k :** 0.30

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**f<sub>yf</sub>:** Límite elástico del acero del ala comprimida.

**f<sub>yf</sub> :** 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de ciones 1.35·PP+0.8·CM+1.5·V(180°)H3+0.75·N(EI).

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

$$N_{t,Ed} : \underline{26.62} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.012} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM+1.05·Q(B)+1.5·V(90°)H2.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{20.30} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.861} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.260} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{120.94} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{30.80} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{330.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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



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

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

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

$$36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$z_w$ : Esbeltez del alma.

$$z_w : \underline{36.13}$$

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

$z_{máx}$ : Esbeltez máxima.

$$z_{máx} : \underline{64.71}$$

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

$\sigma$ : Factor de reducción.

$$\sigma : \underline{0.92}$$

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

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

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

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

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

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

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

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

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

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.872} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N43, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B)+0.9·V(180°)H3+0.75·N(EI).

Donde:

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

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

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

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{16.90} \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{40.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N43, para la combinación de acciones  $1.35\cdot PP + 1.35\cdot CM + 1.5\cdot Q(B)$ .

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

$$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN}$$



Donde:

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

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

$$V_{Ed,x} : \underline{105.82} \text{ kN}$$

$$V_{c,Rd,x} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

#### **Resistencia a torsion** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

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

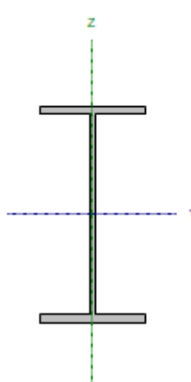
#### **Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

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

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

**BARRA N37/N43**

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
	NÚDOS		Longitud (m)	Características mecánicas		
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N37	N43	6.000	62.60	11770.00	788.00
Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral		
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
β	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
L <sub>k</sub>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
C <sub>t</sub>	-		1.000			
Notación: J: Coeficiente de pandeo L <sub>k</sub> : Longitud de pandeo (m) C <sub>m</sub> : Coeficiente de momentos C <sub>t</sub> : Factor de modificación para el momento crítico						

**Limitación de esbeltez** (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.1 y 6.3.2.1 – Tabla 6.3)

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

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

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

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

**Clase :** 3

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

**A :** 62.60 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub> :** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico elástico de pandeo mínimo, teniendo en cuenta que las longitudes de pandeo son nulas.

**N<sub>cr</sub> :** ∞

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

Se debe satisfacer:

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

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

**h<sub>w</sub>:** Altura del alma.

**h<sub>w</sub> :** 307.00 mm

**t<sub>w</sub>:** Espesor del alma.

**t<sub>w</sub> :** 7.50 mm

**A<sub>w</sub>:** Área del alma.

**A<sub>w</sub> :** 23.03 cm<sup>2</sup>

**A<sub>fc,ef</sub>:** Área reducida del ala comprimida.

**A<sub>fc,ef</sub> :** 18.40 cm<sup>2</sup>

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

**k :** 0.30

**E:** Módulo de elasticidad.

**E :** 210000 MPa

**f<sub>yf</sub>:** Límite elástico del acero del ala comprimida.

**f<sub>yf</sub> :** 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·CM+1.5·V(180°)H3+0.75·N(EI).

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

$$N_{t,Ed} : \underline{26.27} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{t,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.014} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·CM+1.05·Q(B)+1.5·V(90°)H2.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{23.48} \text{ kN}$$

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

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

$$N_{c,Rd} : \underline{1639.52} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

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

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{Mo}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

No procede, dado que las longitudes de pandeo son nulas.

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.861} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$M_{Ed}^+$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{181.41} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{Ed}^-$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : \underline{210.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

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

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{804.00} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

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

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

### Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : \underline{0.260} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

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

$$V_{Ed} : \underline{120.94} \text{ kN}$$

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

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

$$V_{c,Rd} : \underline{465.77} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.  $A_v$  : 30.80 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$h$  : 330.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 7.50 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0}$  : 1.05

#### Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 36.13 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$Z_w$ : Esbeltez del alma.

$Z_w$  : 36.13

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$Z_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$Z_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \varepsilon$$

$\sigma$ : Factor de reducción.

$\sigma$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

$f_{ref}$  : 235.00 MPa

$f_y$ : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_y$  : 275.00 MPa

#### Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

#### Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed}$  : 105.82 kN

$V_{c,Rd}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$  : 465.77 kN

#### Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.



**Resistencia a flexión y axil combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$\eta : \underline{0.872}$  ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.000 m del nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B)+0.9·V(180°)H3+0.75·N(EI).

Donde:

$N_{t,Ed}$ : Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed} : \underline{16.63}$  kN

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^+ : \underline{181.41}$  kN·m

$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00}$  kN·m

**Clase**: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

**Clase** : 1

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd} : \underline{1639.52}$  kN

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y} : \underline{210.57}$  kN·m

$M_{pl,Rd,z} : \underline{40.33}$  kN·m

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

No procede, dado que tanto las longitudes de pandeo como las longitudes de pandeo lateral son nulas.

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo  $V_{Ed}$  es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo  $V_{c,Rd}$ .

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.375 m del nudo N37, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Q(B).

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$105.82 \text{ kN} \leq 232.88 \text{ kN}$  ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z} : \underline{105.82}$  kN

$V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z} : \underline{465.77}$  kN

**Resistencia a torsion** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

**Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

## 6.2 UNIONES

En este apartado se realizan las comprobaciones de las uniones tipo de la estructura metálica entre los diferentes perfiles y entre los pilares y placas de anclaje. Todas las uniones serán soldadas, a continuación se detallan las especificaciones técnicas recogidas en la Norma CTE DB SE-A, los materiales y las soluciones empleadas con sus respectivos detalles constructivos.

Las uniones se encuentran más detalladas en los planos 48-65

### 6.2.1 Especificaciones

#### **Norma**

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

#### **Materiales**

- Perfiles (Material base): S275.
- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

#### **Disposiciones constructivas:**

- Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo  $\beta$  deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
  - Si se cumple que  $\beta > 120$  (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
  - Si se cumple que  $\beta < 60$  (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



### Comprobaciones:

- Cordones de soldadura a tope con penetración total:  
En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:  
Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).
- Cordones de soldadura en ángulo:  
Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

$$\text{Tensión de Von Mises } \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{//}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

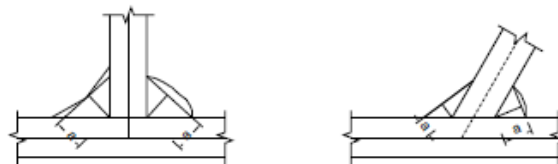
$$\text{Tensión normal } \sigma_{\perp} \leq K \cdot \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

Donde  $K = 1$ .

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

### 6.2.2 Referencias y simbología

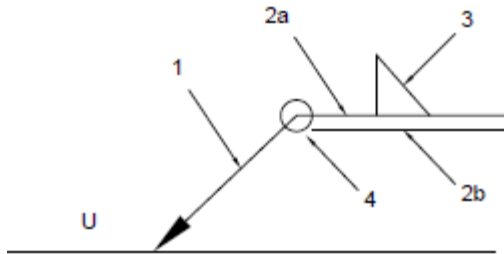
a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

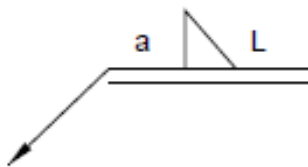
**Método de representación de soldaduras**

Referencias:

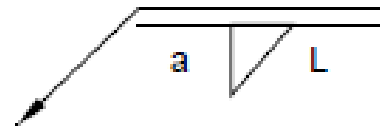


- 1: Línea de la flecha
- 2a: Línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: Indicaciones complementarias
- U: union

**Referencias 1, 2a y 2b**

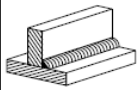

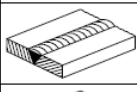

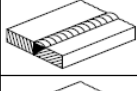

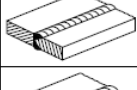

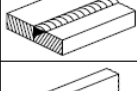

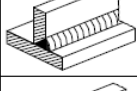

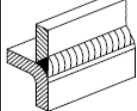



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha

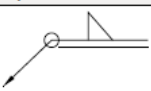
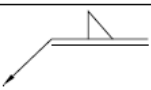
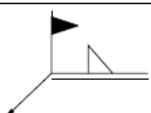


El cordón de la soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha

**Referencia 3**

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

#### Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

#### 6.2.3 Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

- a. Hormigón sobre el que apoya la placa  
Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

- b. Pernos de anclaje

*Resistencia del material de los pernos:* Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

*Anclaje de los pernos:* Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

*Aplastamiento:* Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

- c. Placa de anclaje

*Tensiones globales:* En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

*Flechas globales relativas:* Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

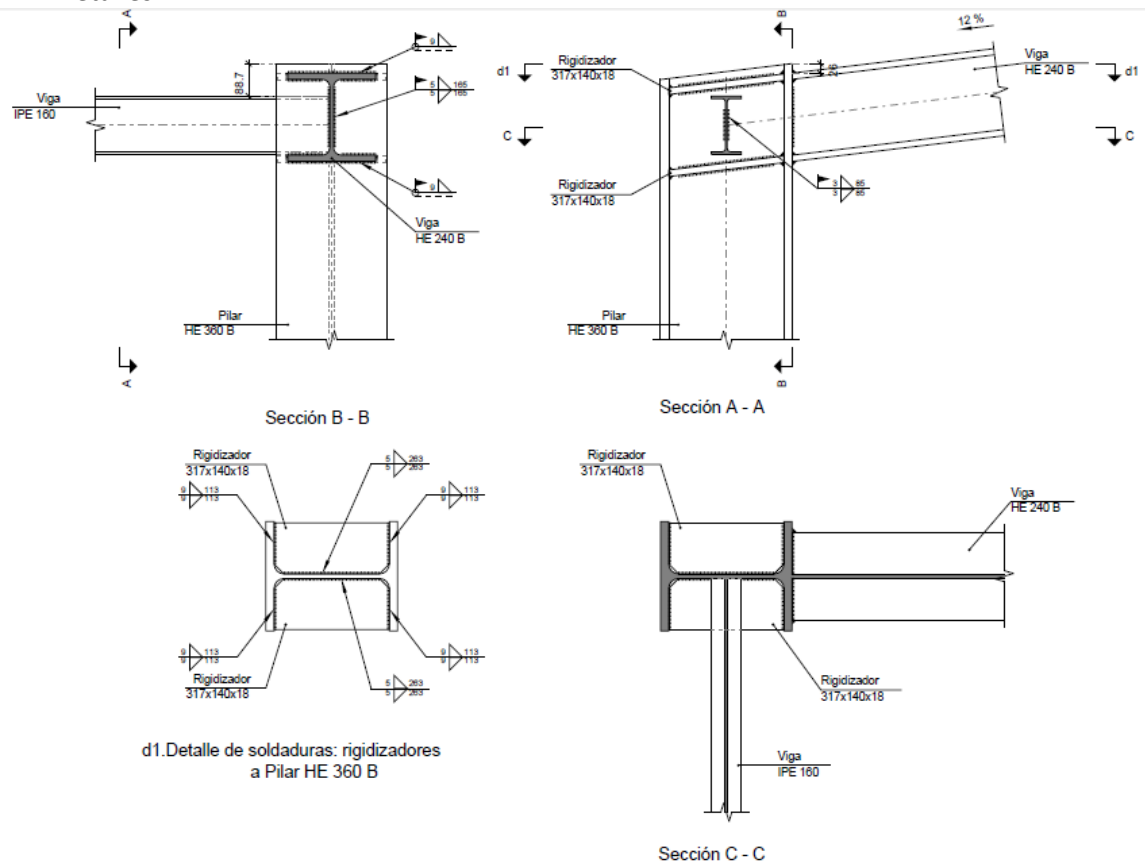
*Tensiones locales:* Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir

de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

6.2.4 Memoria de cálculo

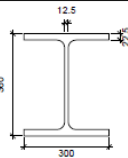
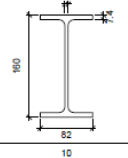
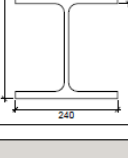
**UNION TIPO 1**

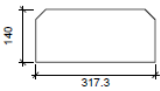
- Detalles





- Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		317.3	140	18	S275	275.0	410.0

- Comprobación

○ **PILAR HE 360 B**

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.94	
	Cortante	kN	115.88	612.40	18.92	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	23.10	261.90	8.82	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	26.65	261.90	10.17	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	23.48	261.90	8.96	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	26.27	261.90	10.03	
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	12.17	261.90	4.65	
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	11.91	261.90	4.55	
Viga IPE 160 Alma	Punzonamiento	kN	37.13	442.80	8.39	
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	37.13	114.12	32.54	

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	15.3	17.3	0.2	33.7	8.72	15.3	4.67	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	17.4	30.1	7.80	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	17.7	19.9	0.4	38.8	10.06	17.7	5.39	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	20.0	34.7	9.00	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	15.6	17.6	0.2	34.2	8.86	15.6	4.75	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	17.7	30.6	7.94	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	17.4	19.7	0.4	38.3	9.91	17.4	5.31	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	19.8	34.3	8.88	0.0	0.00	410.0	0.85

○ VIGA HE 240 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	83.09
Soldadura del alma	En ángulo	5	165	10.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	83.09

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	23.9	21.2	0.1	43.8	11.35	23.9	7.29	410.0	0.85
Soldadura del alma	16.7	16.7	4.5	34.3	8.88	16.7	5.09	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	23.4	26.4	0.3	51.4	13.32	23.4	7.14	410.0	0.85

○ **VIGA IPE 160**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	87.39	261.90	33.37

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	85	5.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	51.5	51.5	0.7	103.0	26.69	51.5	15.70	410.0	0.85

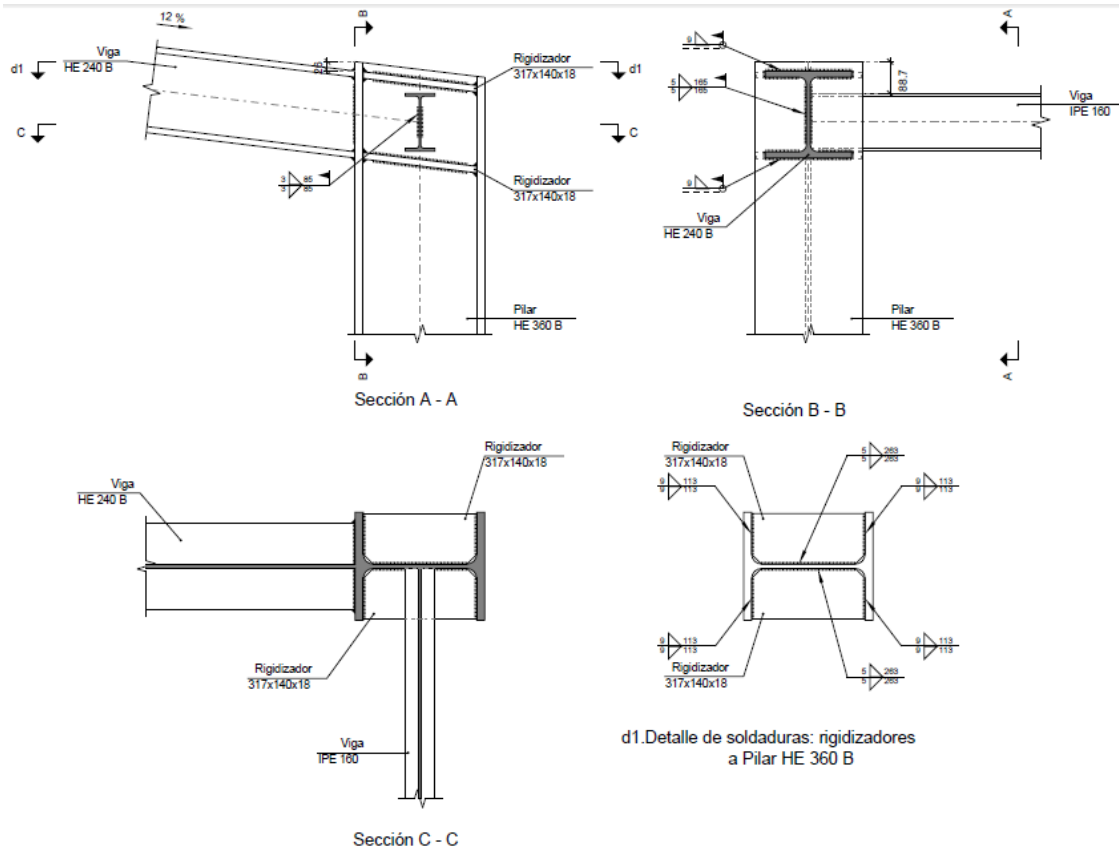
- **Medición**

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2106
			9	1808
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	170
			5	330
			9	924

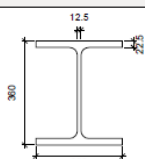
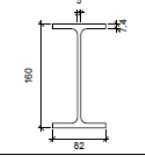
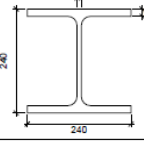
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	317x140x18	25.11
	Total			25.11

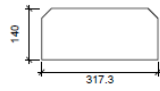
## UNION TIPO 2

### - Detalle



### - Descripciones de los componentes de la union

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		317.3	140	18	S275	275.0	410.0

- Comprobación

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.94	
	Cortante	kN	132.54	612.40	21.64	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	26.80	261.90	10.23	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	30.19	261.90	11.53	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	26.46	261.90	10.10	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	30.54	261.90	11.66	
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	15.09	261.90	5.76	
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	17.40	261.90	6.64	
Viga IPE 160 Alma	Punzonamiento	kN	50.17	442.80	11.33	
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	50.17	114.12	43.96	

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	17.8	20.1	0.5	39.1	10.12	17.8	5.42	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	20.2	35.0	9.06	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	20.0	22.6	0.6	44.0	11.40	20.0	6.10	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	22.7	39.4	10.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	17.6	19.8	0.5	38.6	9.99	17.6	5.35	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	19.9	34.5	8.93	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	20.3	22.9	0.6	44.5	11.53	20.3	6.17	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	23.0	39.8	10.31	0.0	0.00	410.0	0.85

○ **VIGA HE 240 B**

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	83.09
Soldadura del alma	En ángulo	5	165	10.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	83.09

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	27.3	24.2	0.3	50.0	12.95	27.3	8.31	410.0	0.85
Soldadura del alma	18.9	18.9	7.6	40.1	10.40	19.2	5.84	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	26.8	30.2	0.4	58.8	15.25	26.8	8.17	410.0	0.85

○ **VIGA IPE 160**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	118.05	261.90	45.07

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	85	5.0	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal			$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	69.6	69.6	0.7	139.1	36.05	69.6	21.20	410.0	0.85

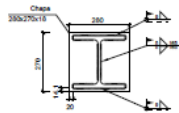
- Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2106
			9	1808
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	170
			5	330
			9	924

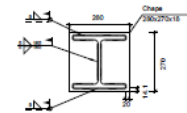
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	317x140x18	25.11
			Total	25.11

**UNION TIPO 3**

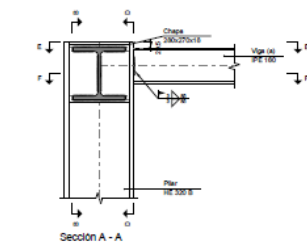
- Detalle



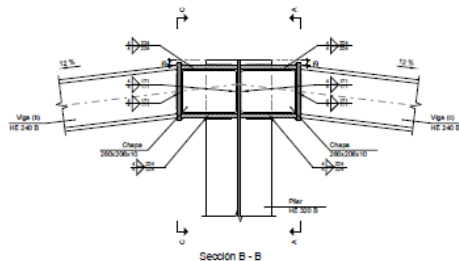
Detalle de soldaduras: Viga (c)  
HE 240 B a chapa frontal



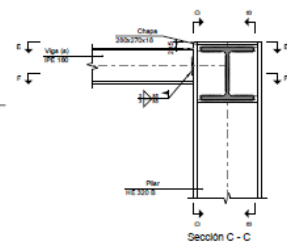
Detalle de soldaduras: Viga (b)  
HE 240 B a chapa frontal



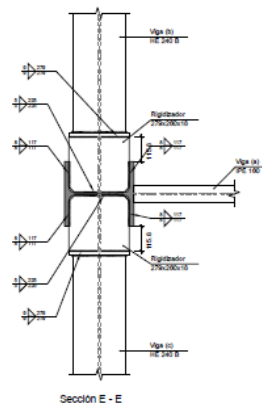
Sección A - A



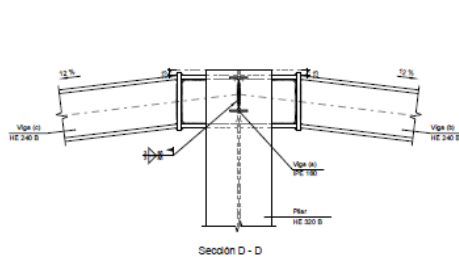
Sección B - B



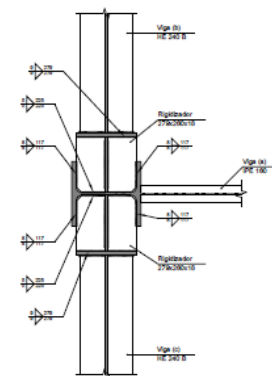
Sección C - C



Sección E - E



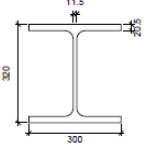
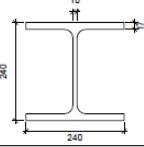
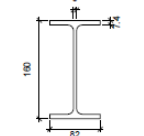
Sección D - D

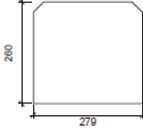
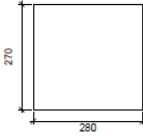
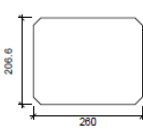
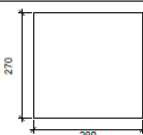


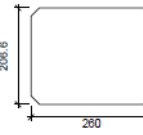
Sección F - F



- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 320 B		320	300	20.5	11.5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		279	260	18	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) HE 240 B		280	270	18	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (c) HE 240 B		260	206.6	10	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) HE 240 B		280	270	18	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa vertical de la viga Viga (b) HE 240 B		260	206.6	10	S275	275.0	410.0

- Comprobación
  - **PILAR HE 320 B**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	37.49
	Cortante	kN	16.82	500.81	3.36
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	65.30	261.90	24.93
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	60.13	261.90	22.96
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	59.89	261.90	22.87
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	49.92	261.90	19.06
Chapa frontal [Viga (c) HE 240 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) HE 240 B]	Cortante	kN	26.36	338.71	7.78
Chapa frontal [Viga (b) HE 240 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) HE 240 B]	Cortante	kN	24.73	338.71	7.30
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	35.86	261.90	13.69
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	33.61	261.90	12.83

#### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	117	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	225	11.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	117	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	225	11.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	117	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	225	11.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	117	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	225	11.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	171	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	171	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	224	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	224	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	171	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	171	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	224	10.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	224	10.0	90.00	

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	42.4	73.5	19.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	4.3	7.5	1.94	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	18.4	18.4	1.6	37.0	9.58	18.4	5.62	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	39.1	67.6	17.53	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	7.3	12.6	3.27	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	16.8	16.8	3.6	34.2	8.86	16.8	5.12	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	38.9	67.4	17.46	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	4.2	7.2	1.87	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	17.1	17.1	1.7	34.3	8.89	17.1	5.21	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	32.4	56.2	14.55	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	2.6	4.5	1.18	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	14.9	14.9	0.3	29.8	7.71	14.9	4.54	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	14.4	24.9	6.44	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	14.4	24.9	6.44	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	14.7	25.5	6.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	14.7	25.5	6.60	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	13.5	23.3	6.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	13.5	23.3	6.04	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	13.8	23.9	6.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	13.8	23.9	6.19	0.0	0.00	410.0	0.85

○ **VIGA (a) IPE 160**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	75.73	261.90	28.92

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	85	5.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	44.6	44.6	0.7	89.2	23.13	44.6	13.60	410.0	0.85

○ VIGA (c) HE 240 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	83.09				
Soldadura del alma	En ángulo	5	165	10.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	83.09				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	30.6	34.5	1.6	67.3	17.43	30.6	9.33	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	11.9	20.5	5.32	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	35.4	31.3	3.9	65.1	16.88	35.4	10.78	410.0	0.85

○ VIGA (b) HE 240 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	83.09				
Soldadura del alma	En ángulo	5	165	10.0	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	83.09				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	28.9	32.6	1.6	63.5	16.46	28.9	8.81	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	11.1	19.3	4.99	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	33.0	29.3	0.3	60.5	15.69	33.1	10.08	410.0	0.85

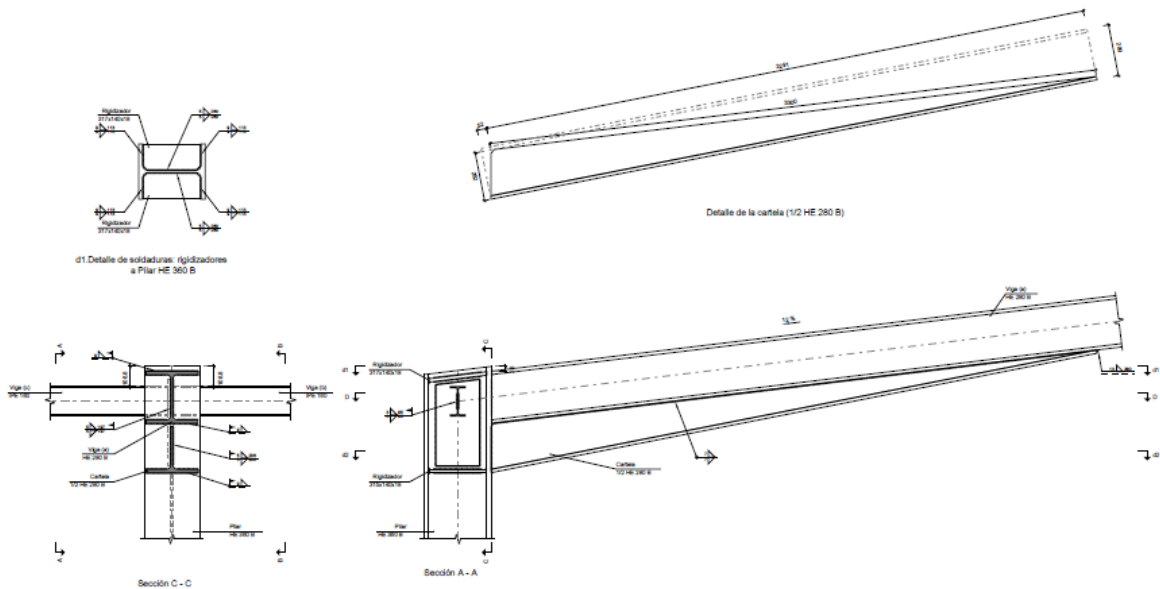
- Medición

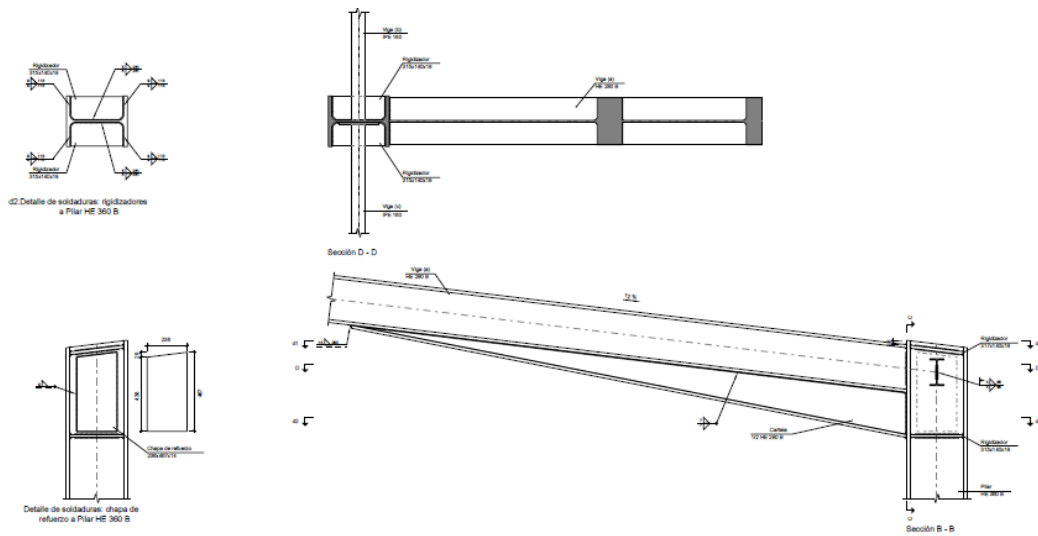
Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	3157
			5	1800
			8	1876
			9	2240
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	170
			5	661
			9	1849

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	279x260x18	41.00
	Chapas	2	260x206x10	8.43
		2	280x270x18	21.36
		Total		

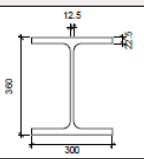
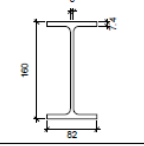
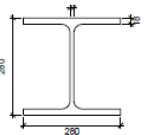
UNION TIPO 4

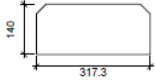


- Detalles





- Descripción de los componentes de la unión

Pieza	Descripción	Perfiles							
		Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 280 B		280	280	18	10.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		317.3	140	18	S275	275.0	410.0
Rigidizador		315	140	18	S275	275.0	410.0
Chapa de refuerzo		236	467	14	S275	275.0	410.0

- Comprobación:
  - o **PILAR HE 360 B**

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.94	
	Cortante	kN	1295.13	1793.10	72.23	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	173.17	261.90	66.12	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	198.27	261.90	75.70	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	173.17	261.90	66.12	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	198.27	261.90	75.70	
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	191.82	261.90	73.24	
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	191.53	261.90	73.13	
Viga (c) IPE 160	Alma	Punzonamiento	kN	54.99	442.80	12.42
	Alma	Flexión por fuerza perpendicular	kN	34.66	114.12	30.37
Viga (b) IPE 160	Alma	Punzonamiento	kN	59.08	442.80	13.34
	Alma	Flexión por fuerza perpendicular	kN	40.15	114.12	35.19

### Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	261	12.5	90.00	
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	9	1380	12.5	90.00	

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	114.8	129.6	0.0	252.2	65.34	114.8	35.01	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	134.7	233.4	60.48	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	140.2	140.2	0.0	280.4	72.67	140.2	42.74	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	154.5	267.6	69.36	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	114.8	129.6	0.0	252.2	65.34	114.8	35.01	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	134.7	233.4	60.48	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	140.2	140.2	0.0	280.4	72.67	140.2	42.74	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	154.5	267.6	69.36	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

○ **VIGA (a) HE 280 B**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Cargas concentradas en el alma	kN	58.49	639.11	9.15

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	280	18.0	83.09	
Soldadura del alma	En ángulo	5	197	10.5	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	280	18.0	83.09	
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	5	224	10.5	90.00	
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	9	280	18.0	78.85	
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	7	3300	10.5	90.00	
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	13	280	18.0	85.76	

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	133.3	118.2	0.4	244.3	63.30	133.3	40.65	410.0	0.85
Soldadura del alma	103.8	103.8	26.1	212.4	55.04	103.8	31.63	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	0.0	0.0	2.7	4.6	1.19	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	116.5	116.5	26.1	237.4	61.52	116.5	35.52	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	124.8	151.8	0.1	291.1	75.43	137.6	41.96	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	13.3	23.0	5.96	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

○ **VIGA (c) IPE 160**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	129.41	261.90	49.41

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	85	5.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	76.2	76.2	1.2	152.5	39.52	76.2	23.24	410.0	0.85

○ **VIGA (b) IPE 160**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	139.03	261.90	53.08

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	85	5.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	81.9	81.9	0.7	163.8	42.46	81.9	24.98	410.0	0.85

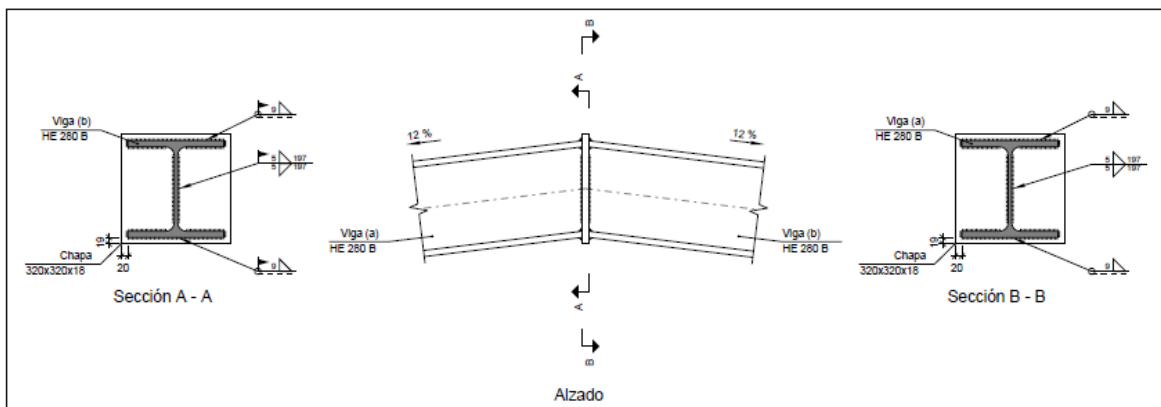
- Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2097
			7	6600
			9	3188
			13	280
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	340
			5	843
			9	1505

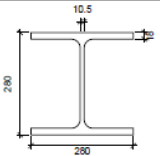
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	317x140x18	12.55
		2	315x140x18	12.46
	Chapas	1	236x467x14	12.11
	Total			

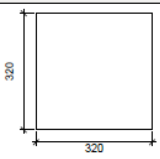
**UNION TIPO 5**

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Viga	HE 280 B		280	280	18	10.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa frontal		320	320	18	S275	275.0	410.0

- Comprobación

○ **CHAPA FRONTAL**

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	--	2	0.00

○ **VIGA (a) HE 280 B**

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	280	18.0	83.09
Soldadura del alma	En ángulo	5	197	10.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	280	18.0	83.09

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	82.7	93.3	1.1	181.6	47.06	82.7	25.22	410.0	0.85
Soldadura del alma	61.5	61.5	1.6	123.1	31.90	61.5	18.76	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	80.1	71.0	1.1	146.7	38.02	80.1	24.42	410.0	0.85

○ **VIGA (b) HE 280 B**

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	280	18.0	83.09
Soldadura del alma	En ángulo	5	197	10.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	280	18.0	83.09

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	82.7	93.3	0.3	181.6	47.06	82.7	25.22	410.0	0.85
Soldadura del alma	61.5	61.5	1.6	123.1	31.90	61.5	18.76	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	80.1	71.0	0.3	146.7	38.02	80.1	24.42	410.0	0.85

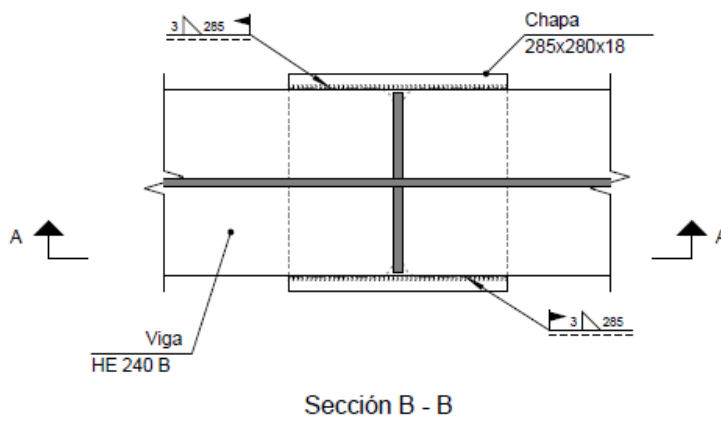
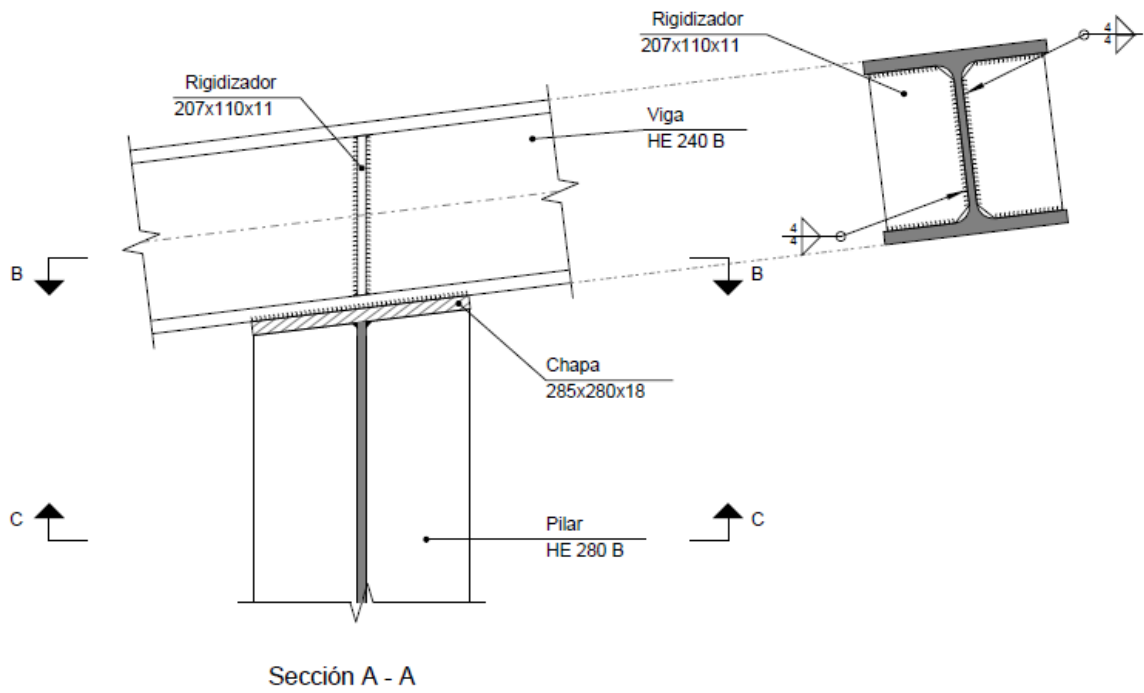
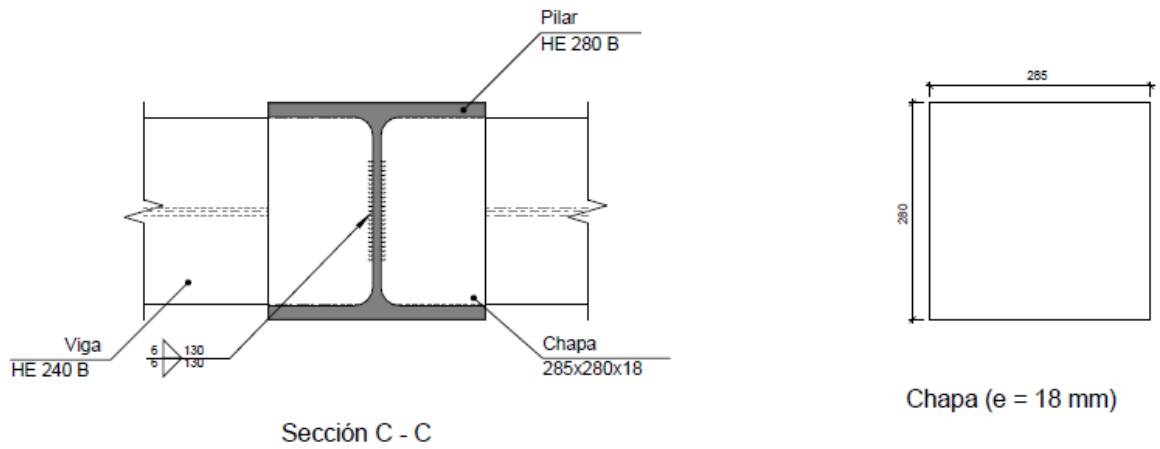
- Medicion

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	395
			9	1076
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	395
			9	1076

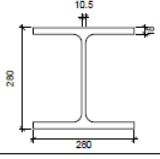
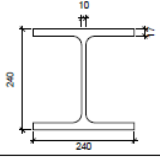
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	320x320x18	14.47
				Total

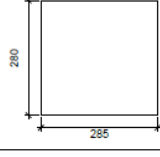
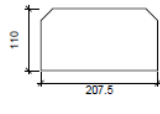
### UNION TIPO 6

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 280 B		280	280	18	10.5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa frontal		285	280	18	S275	275.0	410.0
Rigidizador		207.5	110	11	S275	275.0	410.0

- Comprobación

o **VIGA HE 240 B**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	24.03	326.86	7.35
	Tracción	kN	24.03	285.21	8.43

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	166	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	85	10.0	83.09	
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	En ángulo	3	280	17.0	90.00	

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	18.2	31.4	8.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	21.2	21.2	2.8	42.7	11.06	21.2	6.48	410.0	0.85

○ **PILAR HE 280 B**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tensiones combinadas	--	--	--	7.41
Alma	Pandeo local	N/mm <sup>2</sup>	15.51	261.90	5.92

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	6	130	10.6	83.09

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	14.2	20.7	6.6	40.2	10.41	20.7	6.30	410.0	0.85

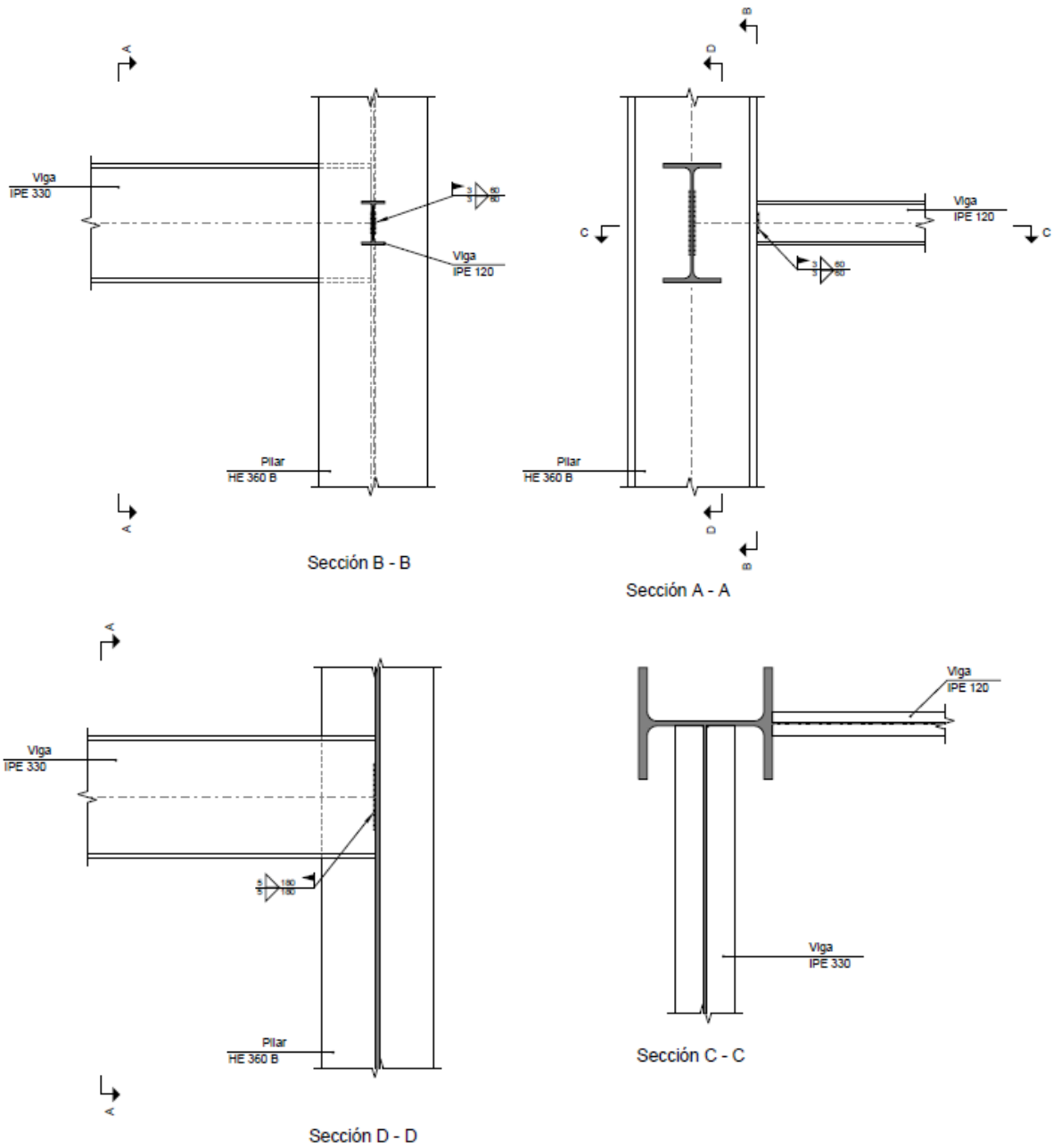
- **Medicion**

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1374
			6	260
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	570

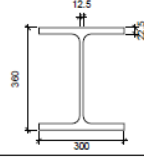
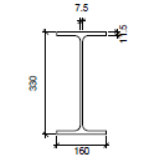
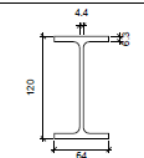
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	207x110x11	3.94
	Chapas	1	285x280x18	11.28
	Total			15.22

### UNION TIPO 7

- Detalles



- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 120		120	64	6.3	4.4	S275	275.0	410.0

- Comprobación

○ **PILAR HE 360 B**

Comprobaciones de resistencia						
	Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Viga IPE 330	Alma	Punzonamiento	kN	41.15	922.50	4.46
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	41.15	232.82	17.67

○ **VIGA IPE 120**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	32.41	261.90	12.37

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	16.7	16.7	1.6	33.5	8.69	16.7	5.09	410.0	0.85

○ **VIGA IPE 330**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	156.17	261.90	59.63

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	180	7.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

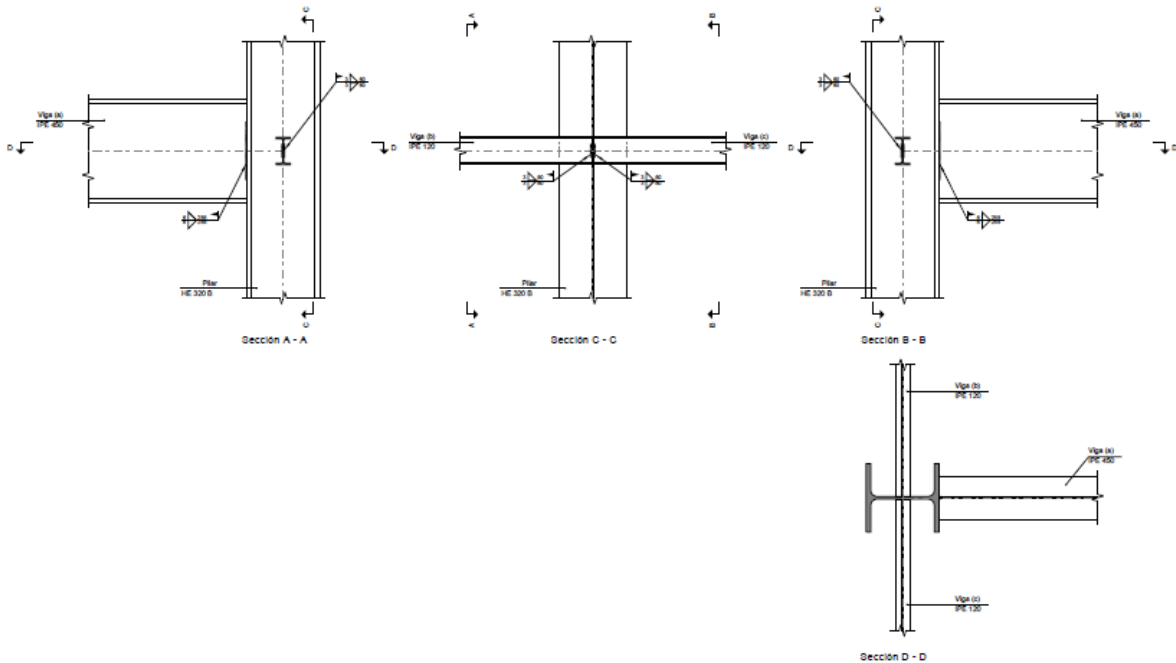
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	9.4	9.4	67.2	117.9	30.55	16.2	4.93	410.0	0.85

- **Medicion**

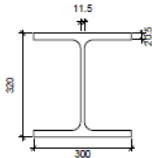
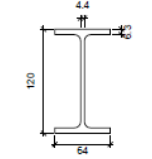
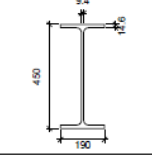
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	120
			5	360

**UNION TIPO 8**

- **Detalles**



- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 320 B		320	300	20.5	11.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 120		120	64	6.3	4.4	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	275.0	410.0

- Comprobación

o **PILAR HE 320 B**

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga (c) Viga (b) IPE 120	Alma	Punzonamiento	kN	5.49	291.50	1.88
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	5.00	165.71	3.01
IPE 120	Alma	Punzonamiento	kN	6.59	291.50	2.26
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	5.07	165.71	3.06

o **VIGA (a) IPE 450**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	178.86	261.90	68.29

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	6	255	9.4	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	2.3	2.3	80.9	140.2	36.32	3.2	0.96	410.0	0.85

○ **VIGA (c) IPE 120**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	21.14	261.90	8.07

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	10.8	10.8	1.6	21.8	5.64	10.8	3.29	410.0	0.85

○ **VIGA (b) IPE 120**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	25.27	261.90	9.65

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	90.00

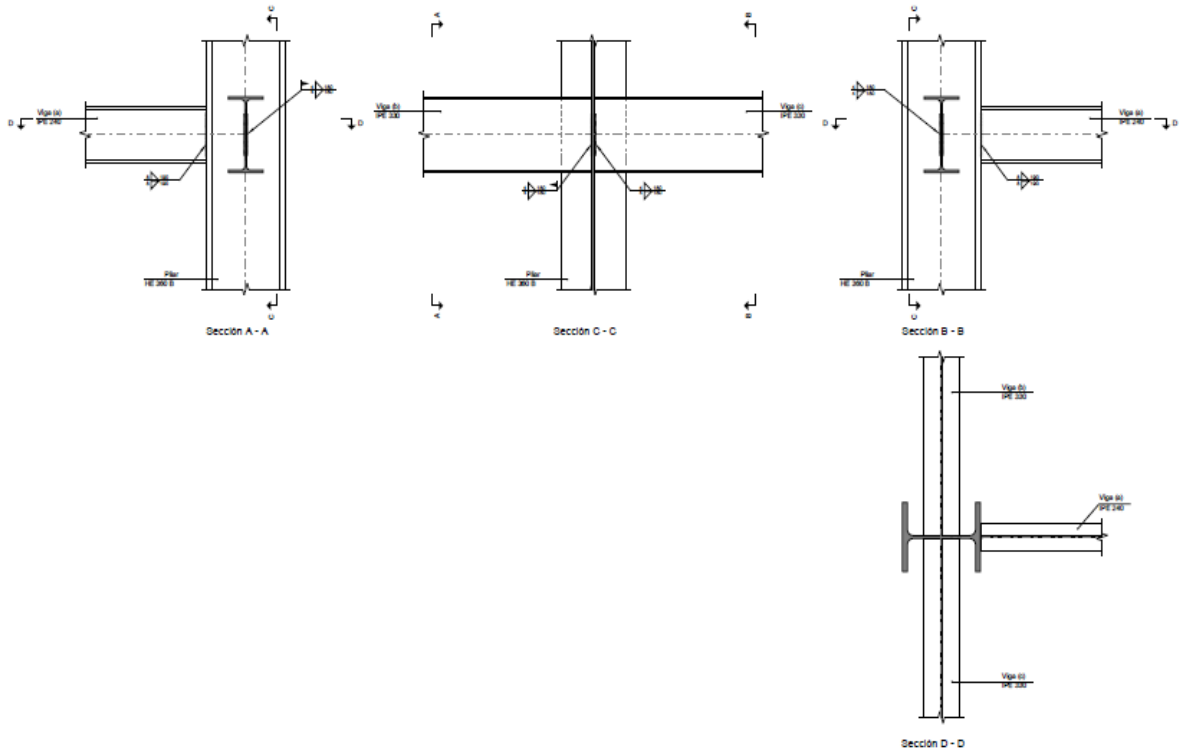
*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	13.0	13.0	1.5	26.1	6.76	13.0	3.96	410.0	0.85

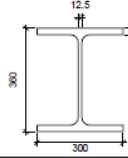
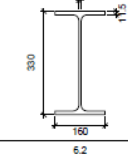
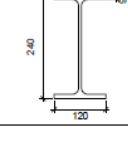
- **Medicion**

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	240
			6	510

### UNION TIPO 9



- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	275.0	410.0



- Comprobación
  - **PILAR HE 360 B**

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga (c) IPE 330	Alma	Punzonamiento	kN	26.27	922.50	2.85
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	9.36	232.82	4.02
Viga (b) IPE 330	Alma	Punzonamiento	kN	41.15	922.50	4.46
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	18.79	232.82	8.07

- **VIGA (a) IPE 240**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	213.05	261.90	81.35

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	8	190	6.2	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	58.4	58.4	0.6	116.8	30.26	58.4	17.80	410.0	0.85

- **VIGA (c) IPE 330**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	155.65	261.90	59.43

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	180	7.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	8.2	8.2	84.0	146.4	37.93	12.9	3.93	410.0	0.85

○ **VIGA (b) IPE 330**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	156.17	261.90	59.63

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	180	7.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

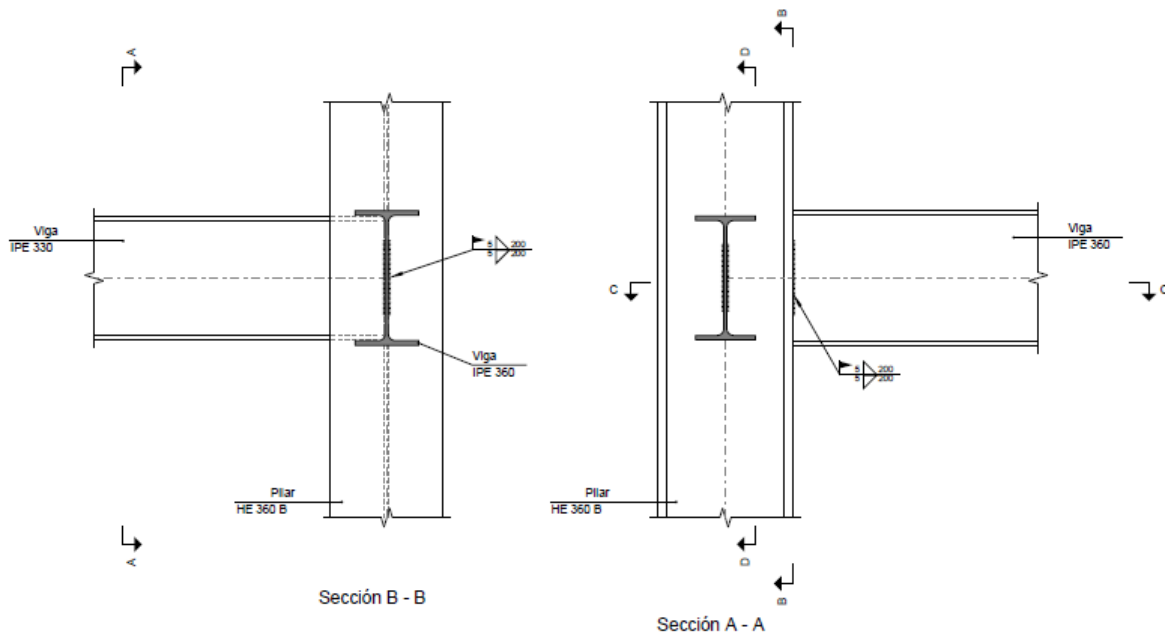
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	11.8	11.8	84.0	147.4	38.19	20.2	6.16	410.0	0.85

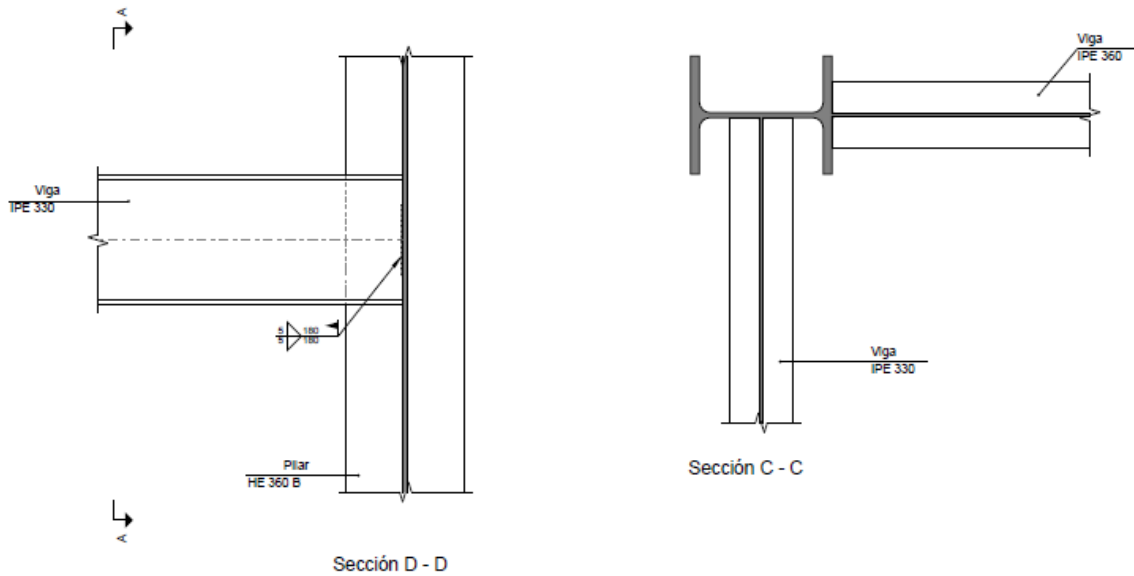
- Medición

Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	360
			8	380
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	360

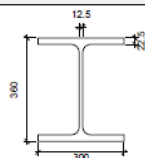
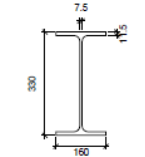
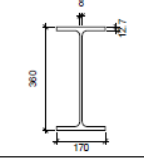
**UNION TIPO 10**

- Detalle





- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 360		360	170	12.7	8	S275	275.0	410.0

- Comprobación

○ **PILAR HE 360 B**

Comprobaciones de resistencia							
Viga IPE 330	Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
	Alma	Punzonamiento		kN	36.17	922.50	3.92
		Flexión por fuerza perpendicular		kN	36.17	232.82	15.54

○ **VIGA IPE 360**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	162.25	261.90	61.95

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	200	8.0	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	91.8	91.8	0.9	183.6	47.57	91.8	27.98	410.0	0.85

○ **VIGA IPE 330**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	156.06	261.90	59.59

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	180	7.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

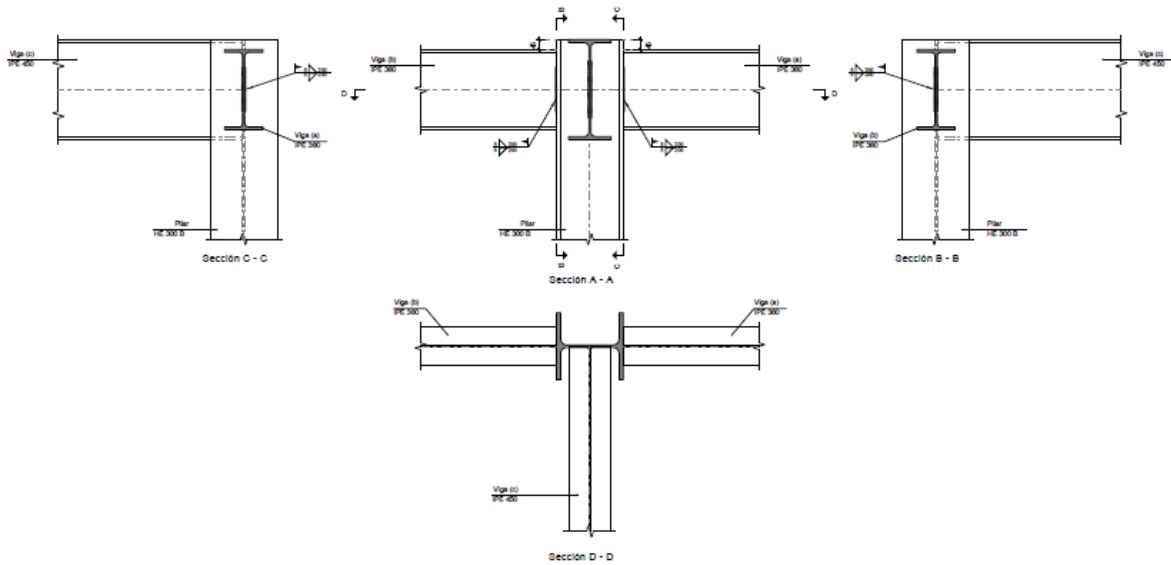
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	8.9	8.9	67.2	117.7	30.51	14.2	4.33	410.0	0.85

- **Medicion**

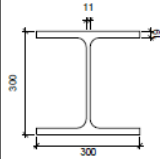
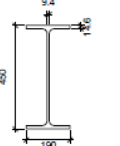
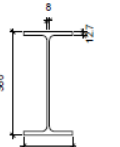
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	5	760

## UNION TIPO 11

### - Detalle



### - Disposición de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 300 B		300	300	19	11	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 360		360	170	12.7	8	S275	275.0	410.0

### - Comprobación

#### ○ PILAR HE 300 B

Comprobaciones de resistencia							
Viga (c) IPE 450	Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
	Alma	Punzonamiento		kN	13.50	1144.75	1.18
		Flexión por fuerza perpendicular		kN	13.57	149.07	9.10

#### ○ VIGA (b) IPE 360

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	162.25	261.90	61.95

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	200	8.0	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	91.8	91.8	0.9	183.6	47.57	91.8	27.98	410.0	0.85

○ VIGA (a) IPE 360

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	157.63	261.90	60.19

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	200	8.0	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	89.2	89.2	0.9	178.3	46.22	89.2	27.18	410.0	0.85

○ VIGA (c) IPE 450

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	169.58	261.90	64.75

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	6	255	9.4	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

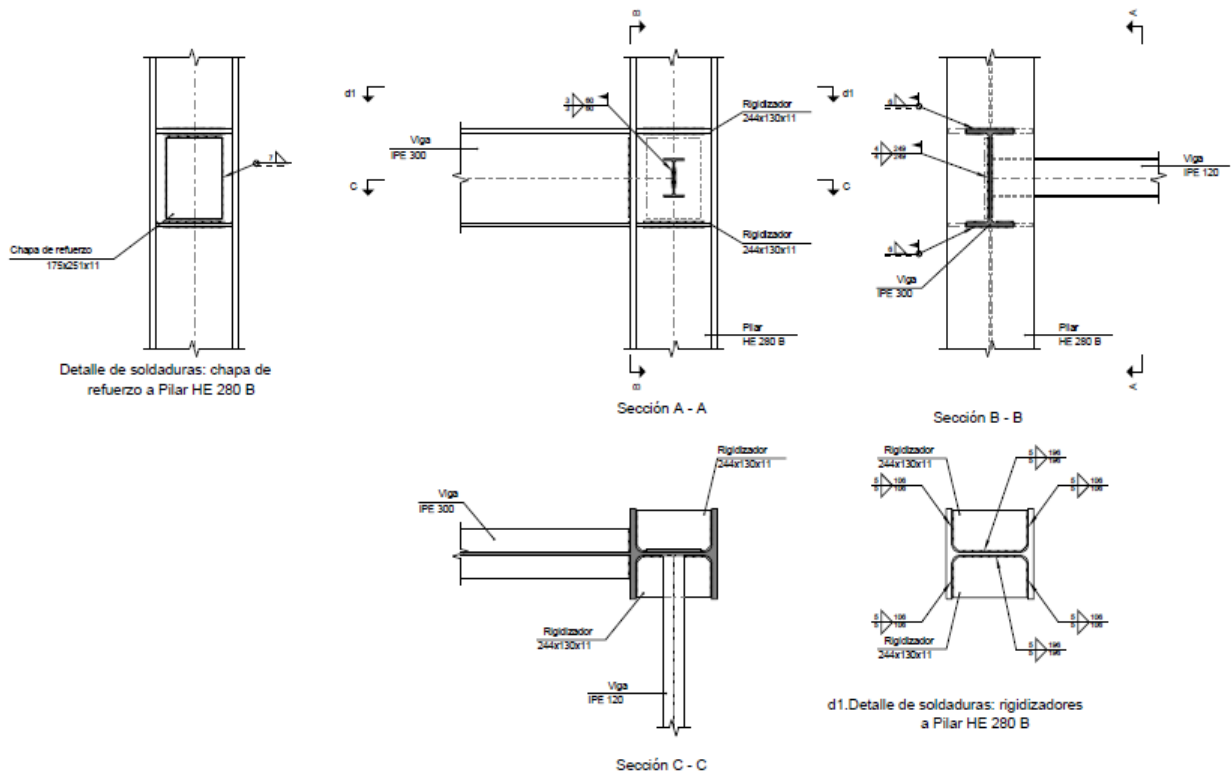
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	2.1	2.1	76.7	132.9	34.43	3.1	0.96	410.0	0.85

- Medicion

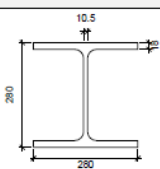
Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	5	800
			6	510

**UNION TIPO 12**

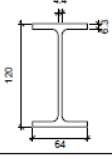
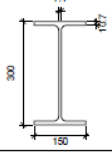
- Detalle

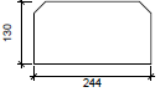
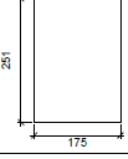


- Descripción de los componentes de la union

		Perfiles					Acero		
Pieza	Descripción	Geometría					Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)			
Pilar	HE 280 B		280	280	18	10.5	S275	275.0	410.0



Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Viga	IPE 120		120	64	6.3	4.4	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		244	130	11	S275	275.0	410.0
Chapa de refuerzo		175	251	11	S275	275.0	410.0

- Comprobación
  - o **PILAR HE 280 B**

Comprobaciones de resistencia							
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)		
Panel	Esbeltez	--	--	--	35.91		
	Cortante	kN	468.39	858.22	54.58		
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	213.10	261.90	81.37		
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	168.84	261.90	64.47		
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	213.96	261.90	81.70		
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	167.98	261.90	64.14		
Ala	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	110.35	261.90	42.13		
	Punzonamiento	kN	5.79	266.15	2.18		
Viga IPE 120	Alma	Flexión por fuerza perpendicular	kN	5.79	140.68	4.12	

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	106	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	196	10.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	106	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	196	10.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	106	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	196	10.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	106	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	196	10.5	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	7	854	10.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	165.8	165.8	0.2	331.5	85.91	165.8	50.53	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	76.2	132.1	34.22	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	131.3	131.3	0.1	262.7	68.07	131.3	40.04	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	60.4	104.6	27.12	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	166.4	166.4	0.2	332.9	86.26	166.4	50.74	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	76.6	132.6	34.36	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	130.7	130.7	0.1	261.3	67.72	130.7	39.84	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	60.1	104.1	26.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

○ **VIGA IPE 300**

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	150	10.7	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	150	10.7	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	166.0	166.0	0.1	332.0	86.04	166.0	50.61	410.0	0.85
Soldadura del alma	136.8	136.8	56.4	290.4	75.26	136.8	41.70	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	141.4	141.4	0.0	282.7	73.27	141.4	43.10	410.0	0.85

○ **VIGA IPE 120**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	22.25	261.90	8.49

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	90.00

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	11.4	11.4	1.5	22.9	5.94	11.4	3.47	410.0	0.85

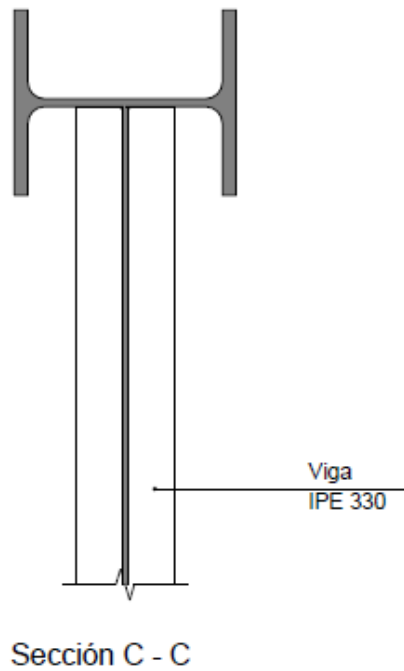
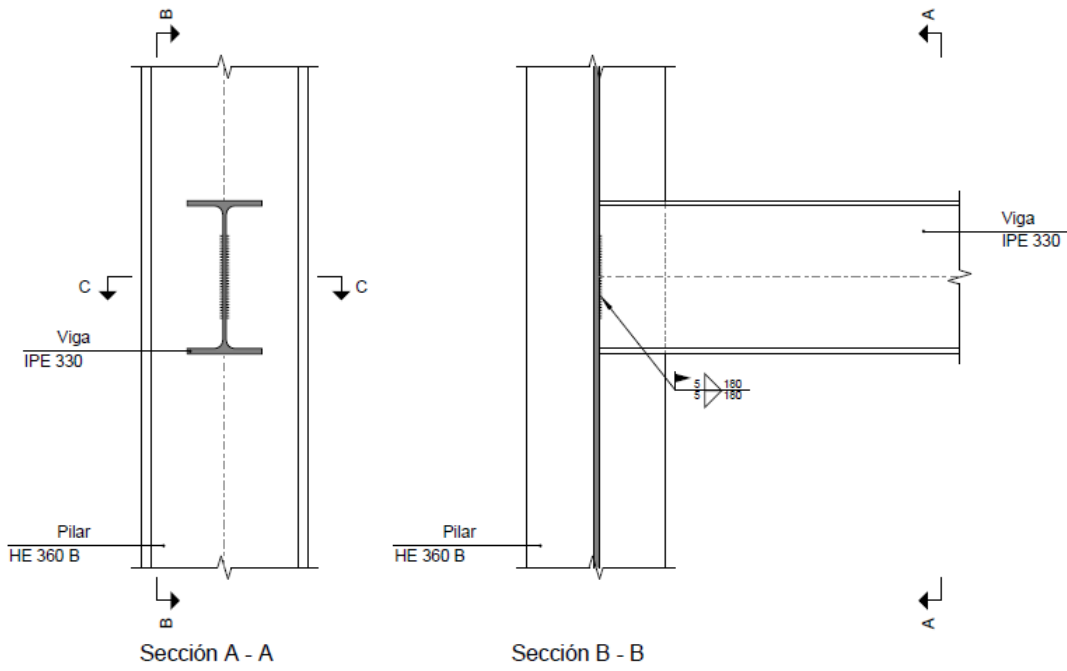
- **Medicion**

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	3264
			7	854
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	120
			4	497
			6	569

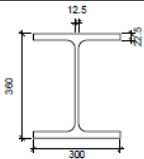
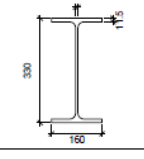
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	244x130x11	10.96
	Chapas	1	175x251x11	3.79
	Total			14.75

### UNION TIPO 13

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0

- Comprobación

o **PILAR HE 360 B**

Comprobaciones de resistencia							
Viga IPE 330	Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
	Alma	Punzonamiento		kN	5.76	922.50	0.62
		Flexión por fuerza perpendicular		kN	5.76	232.82	2.47

o **VIGA IPE 330**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	41.68	261.90	15.91

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	180	7.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

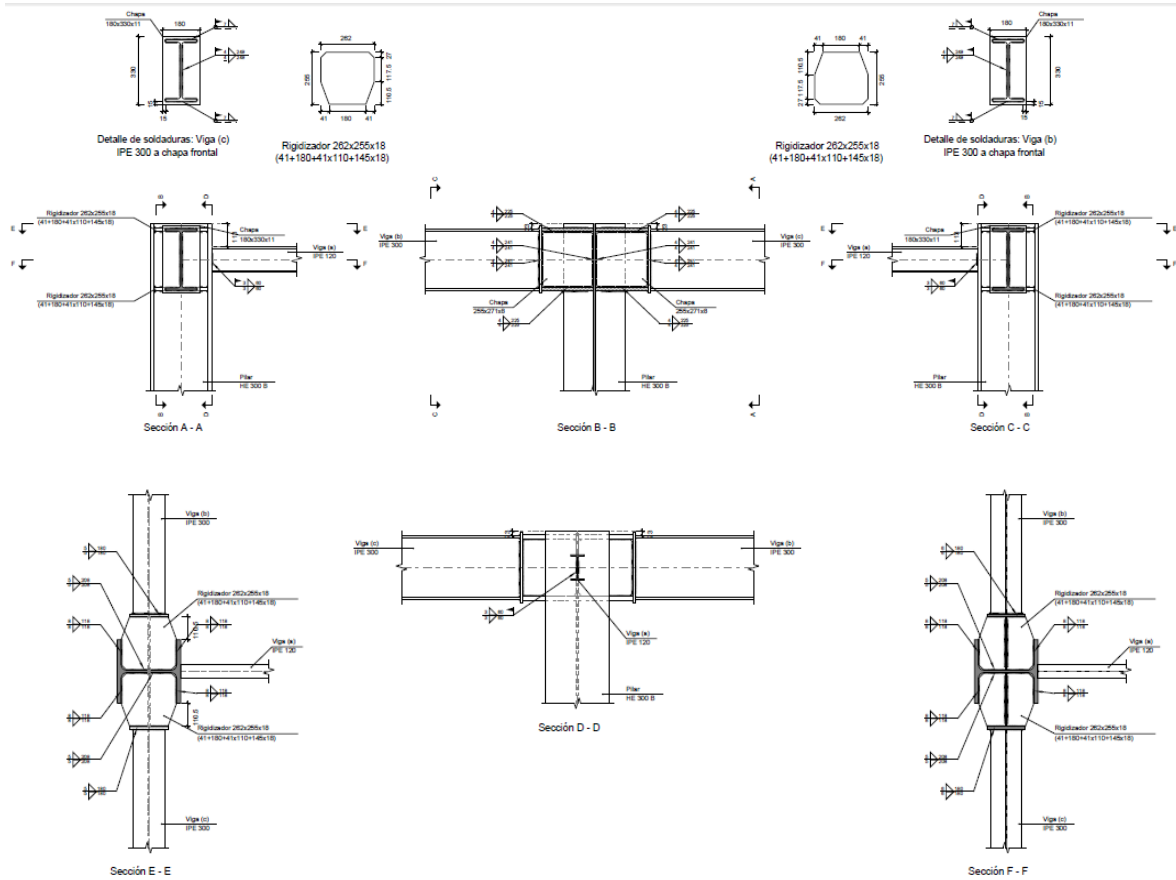
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	2.3	2.3	18.0	31.4	8.15	2.3	0.69	410.0	0.85

- Medicion

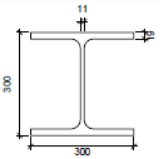
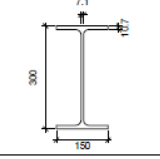
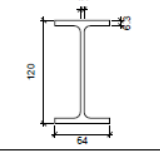
Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	5	360

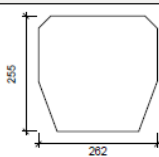
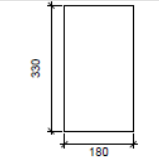
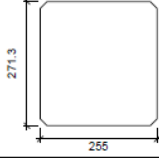
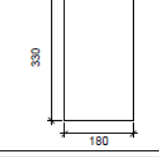
### UNION TIPO 14

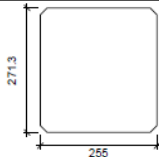
#### - Detalle



#### - Descripción de los componentes de la union

Pieza	Descripción	Perfiles						Acero		
		Esquema	Geometría				Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)				
Pilar	HE 300 B		300	300	19	11	S275	275.0	410.0	
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	275.0	410.0	
Viga	IPE 120		120	64	6.3	4.4	S275	275.0	410.0	

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		262	255	18	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) IPE 300		180	330	11	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (c) IPE 300		255	271.3	8	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) IPE 300		180	330	11	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa vertical de la viga Viga (b) IPE 300		255	271.3	8	S275	275.0	410.0

- Comprobación
  - o **PILAR HE 300 B**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltz	--	--	--	36.81
	Cortante	kN	0.01	460.02	0.00
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	210.97	261.90	80.55
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	221.85	261.90	84.71
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	214.05	261.90	81.73
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	226.45	261.90	86.46
Chapa frontal [Viga (c) IPE 300]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) IPE 300]	Cortante	kN	120.16	272.18	44.15
Chapa frontal [Viga (b) IPE 300]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) IPE 300]	Cortante	kN	120.75	272.18	44.36
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	101.39	261.90	38.71
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	128.28	261.90	48.98



Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	118	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	180	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	118	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	180	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	118	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	5	180	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	118	18.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	180	11.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	241	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	241	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	225	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	225	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	241	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	241	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	225	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	225	8.0	90.00	

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	137.0	237.4	61.51	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	187.1	187.1	0.0	374.1	96.96	187.1	57.03	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	144.1	249.6	64.68	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	165.6	165.6	0.0	331.2	85.83	165.6	50.49	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	139.0	240.8	62.41	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	190.4	190.4	0.0	380.8	98.69	190.4	58.05	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	147.1	254.8	66.02	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	169.8	169.8	0.0	339.5	87.99	169.8	51.76	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	63.5	110.0	28.50	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	63.5	110.0	28.50	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	66.8	115.6	29.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	66.8	115.6	29.97	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	63.8	110.5	28.64	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	63.8	110.5	28.64	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	67.1	116.2	30.11	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	67.1	116.2	30.11	0.0	0.00	410.0	0.85

○ **VIGA (a) IPE 120**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	128.53	261.90	49.08

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	66.6	66.6	1.6	133.3	34.54	66.6	20.31	410.0	0.85

○ **VIGA (c) IPE 300**

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	150	10.7	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	150	10.7	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	158.2	158.2	0.0	316.4	82.00	158.2	48.23	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	61.6	106.7	27.66	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	168.2	168.2	0.4	336.3	87.16	168.2	51.27	410.0	0.85

○ VIGA (b) IPE 300

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	150	10.7	90.00				
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00				
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	150	10.7	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	161.0	161.0	0.0	322.1	83.47	161.0	49.10	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	61.9	107.3	27.80	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	172.4	172.4	0.4	344.8	89.36	172.4	52.56	410.0	0.85

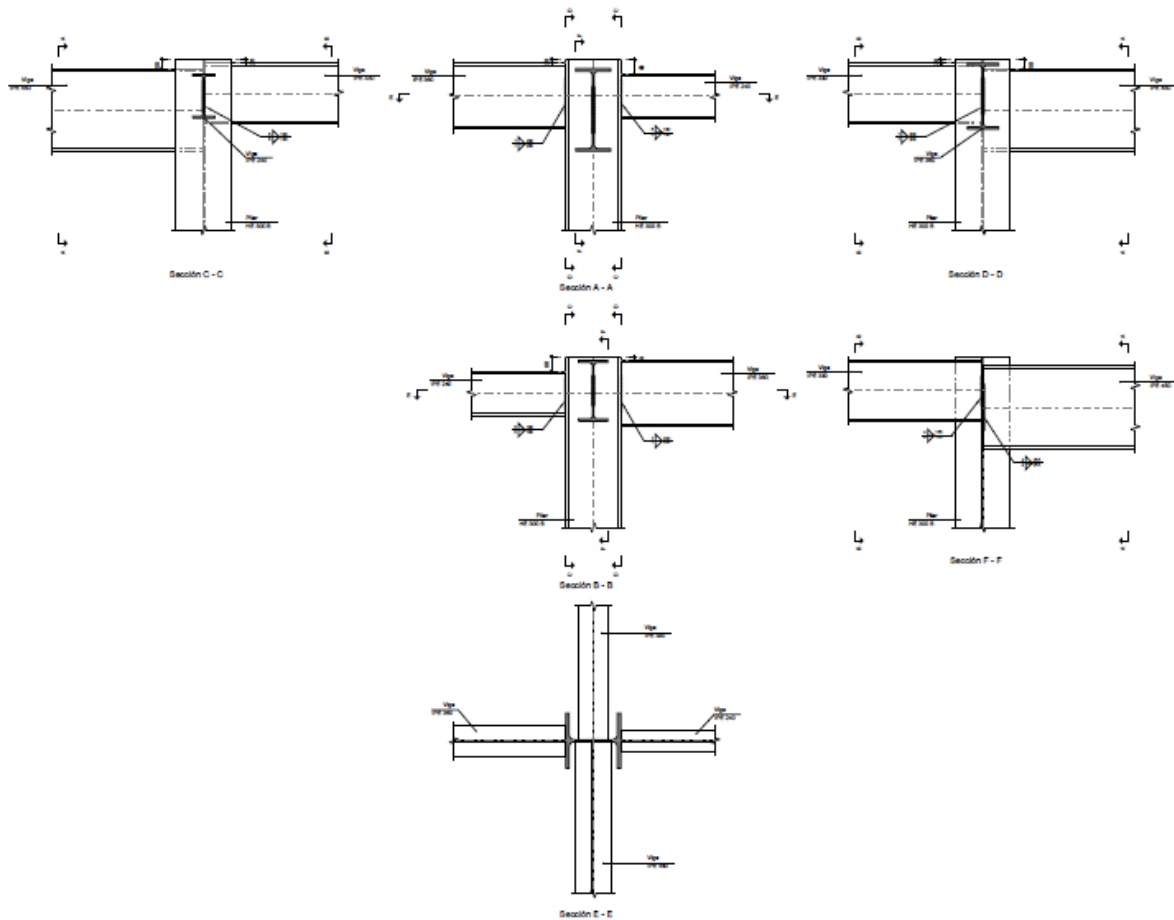
- Medicion

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	3730
			5	2384
			6	720
			8	1880
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	120
			4	994
			7	1137

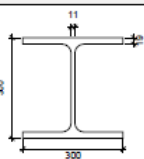
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	262x255x18 (41+180+41x110+145x18)	35.20
	Chapas	2	255x271x8	8.69
		2	180x330x11	10.26
Total				54.15

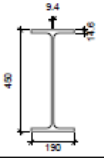
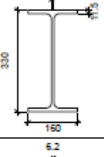
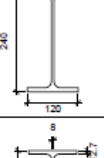
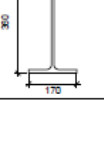
### UNION TIPO 15

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 300 B		300	300	19	11	S275	275.0	410.0

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Viga	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 240		240	120	9.8	6.2	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 360		360	170	12.7	8	S275	275.0	410.0

- Comprobación

○ **PILAR HE 300 B**

Comprobaciones de resistencia						
Viga IPE	Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
	Viga IPE 450	Alma	Punzonamiento	kN	111.62	1144.75
Flexión por fuerza perpendicular			kN	36.75	149.07	24.65
Viga IPE 330	Alma	Punzonamiento	kN	105.70	746.86	14.15
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	49.89	119.69	41.68

○ **VIGA IPE 240**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	224.89	261.90	85.87

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	6	180	6.2	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	82.2	82.2	0.8	164.3	42.58	82.2	25.05	410.0	0.85

○ VIGA IPE 360

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	156.07	261.90	59.59

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	7	200	8.0	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	63.0	63.0	1.1	126.1	32.68	63.1	19.22	410.0	0.85

○ VIGA IPE 450

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	172.78	261.90	65.97

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	4	255	9.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	27.7	27.7	115.0	206.8	53.58	38.7	11.80	410.0	0.85

○ **VIGA IPE 330**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	143.62	261.90	54.84

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	4	165	7.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

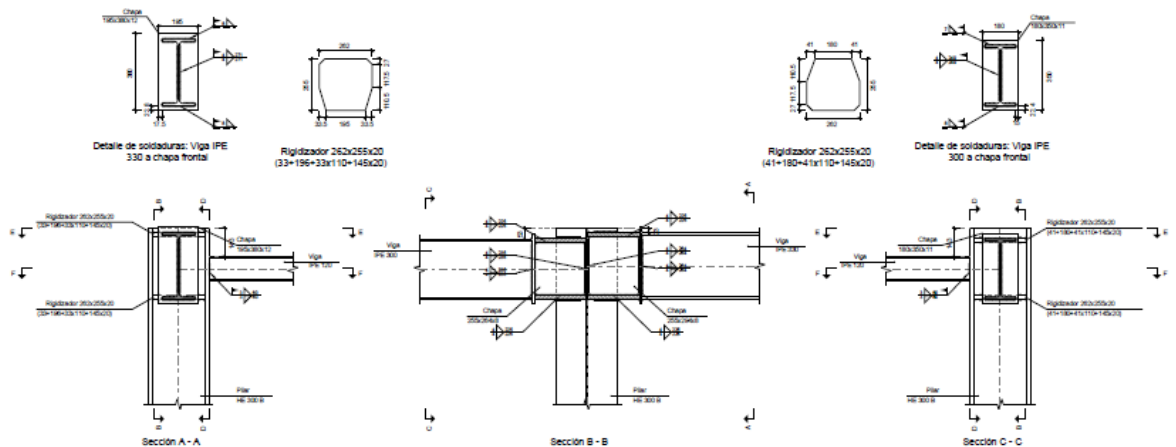
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>t</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	56.5	56.7	62.5	156.7	40.61	56.7	17.29	410.0	0.85

- **Medicion**

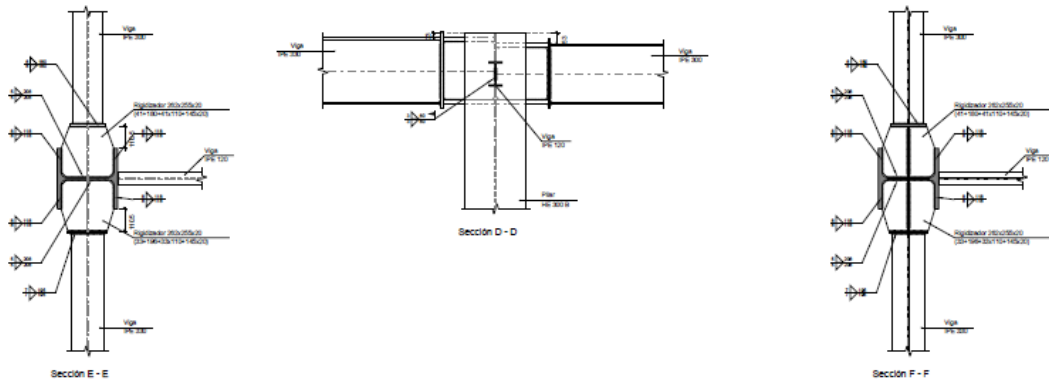
Soldaduras				
f <sub>t</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	840
			6	360
			7	400

**UNION TIPO 16**

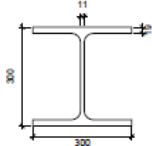
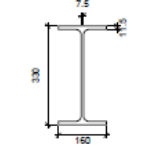
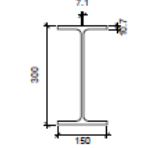
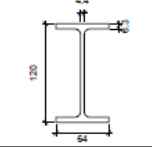
- **Detalle**

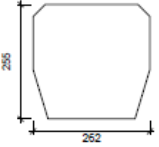


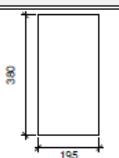
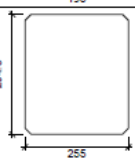
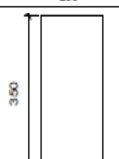
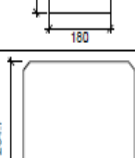




- Descripción de los componentes de la union

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría				Acero			
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 300 B		300	300	19	11	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 300		300	150	10.7	7.1	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 120		120	64	6.3	4.4	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		262	255	20	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa de apoyo de la viga Viga IPE 330		195	380	12	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga IPE 330		255	294.3	8	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga IPE 300		180	350	11	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga IPE 300		255	264.7	8	S275	275.0	410.0

- Comprobación
  - o **PILAR HE 300 B**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	36.81
	Cortante	kN	0.13	449.10	0.03
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	229.76	261.90	87.73
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	243.93	261.90	93.14
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	220.47	261.90	84.18
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	226.02	261.90	86.30
Chapa frontal [Viga IPE 330]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga IPE 330]	Cortante	kN	136.41	272.18	50.12
Chapa frontal [Viga IPE 300]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga IPE 300]	Cortante	kN	127.87	272.18	46.98
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	120.93	261.90	46.17
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	154.16	261.90	58.86

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	118	19.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	195	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	118	19.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	7	195	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	8	118	19.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	180	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	8	118	19.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	180	11.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	264	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	264	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	225	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	225	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	235	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	235	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	225	8.0	90.00	
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	225	8.0	90.00	

a: Espesor garganta  
 l: Longitud efectiva  
 t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	165.8	287.2	74.43	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.1	0.1	0.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	179.0	179.0	0.0	358.0	92.78	179.0	54.58	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	176.0	304.9	79.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.1	0.1	0.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	164.8	164.8	0.0	329.6	85.42	164.8	50.25	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	159.1	275.6	71.42	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.1	0.1	0.03	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	184.7	184.7	0.0	369.3	95.71	184.7	56.30	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	163.1	282.5	73.21	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.1	0.1	0.03	0.0	0.00	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	189.5	189.5	0.1	379.0	98.23	189.5	57.78	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	71.1	123.2	31.92	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	71.1	123.2	31.92	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	75.8	131.3	34.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	75.8	131.3	34.02	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	67.8	117.4	30.42	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	67.8	117.4	30.42	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	71.0	123.0	31.89	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	71.0	123.0	31.89	0.0	0.00	410.0	0.85

○ **VIGA IPE 120**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	129.59	261.90	49.48

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas									
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)				
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	90.00				
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>									
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	67.2	67.2	1.6	134.4	34.82	67.2	20.48	410.0	0.85

○ **VIGA IPE 330**

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	8	160	11.5	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	271	7.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	160	11.5	90.00

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	162.2	162.2	0.0	324.5	84.09	162.3	49.47	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	69.3	120.1	31.12	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	177.3	177.3	0.4	354.7	91.91	177.3	54.06	410.0	0.85

○ **VIGA IPE 300**

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	150	10.7	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	249	7.1	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	8	150	10.7	90.00

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	188.3	188.3	0.0	376.5	97.57	188.3	57.40	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	64.0	110.8	28.71	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	174.6	174.6	0.3	349.3	90.51	174.6	53.24	410.0	0.85

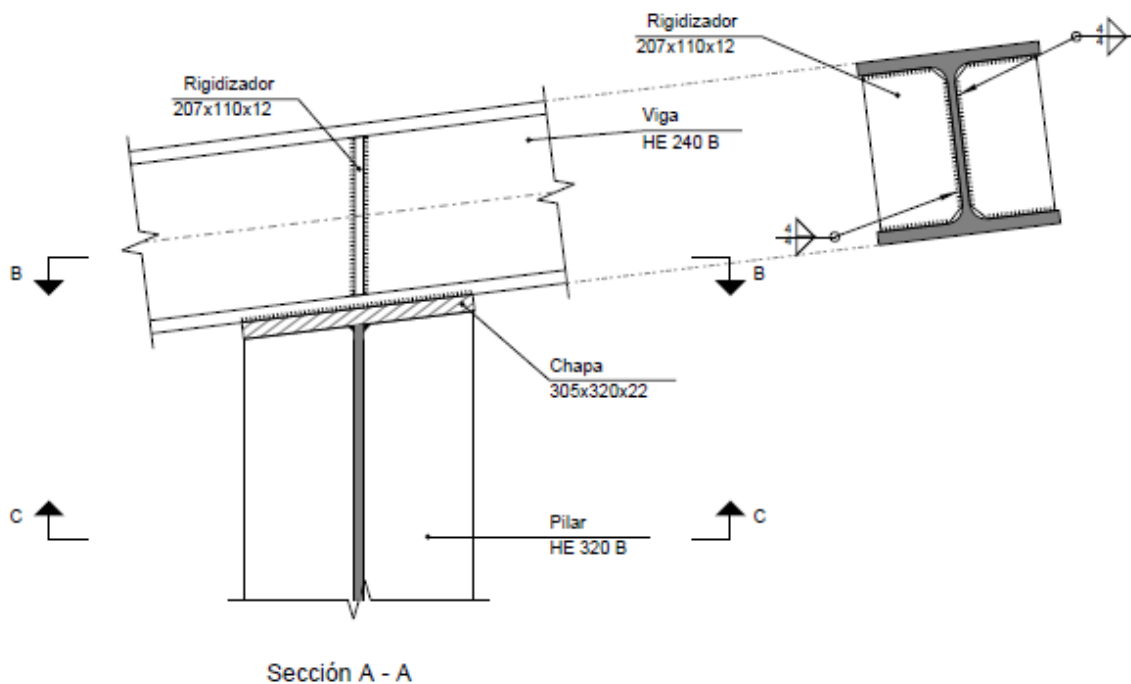
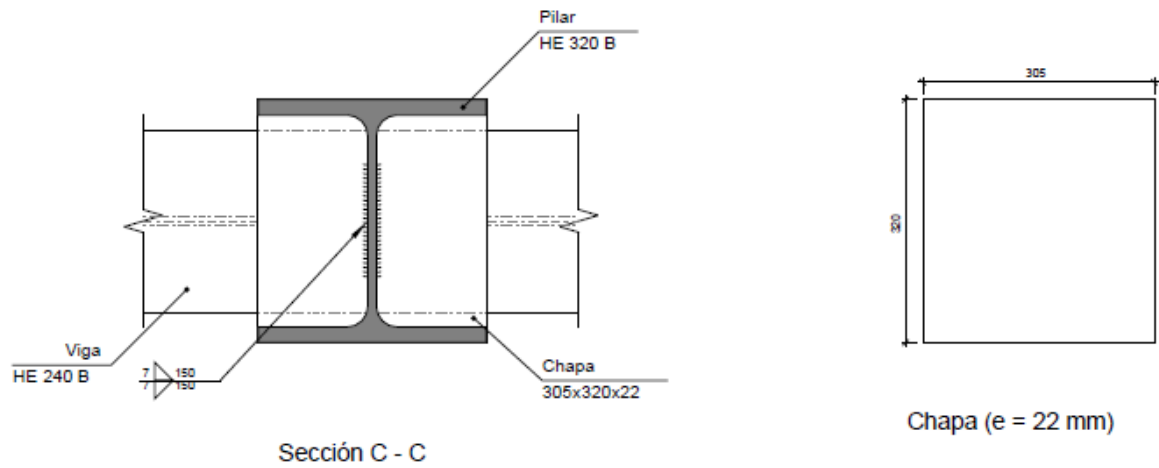
- Medicion

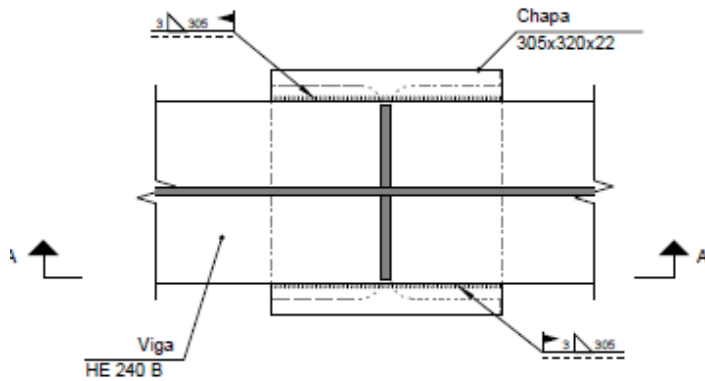
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	3796
			5	1664
			6	1110
			7	390
			8	1880
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	120
			4	1039
			7	284
			8	883

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	262x255x20 (33+196+33x110+145x20)	19.82
		2	262x255x20 (41+180+41x110+145x20)	19.56
	Chapas	1	255x264x8	4.24
		1	255x294x8	4.71
		1	180x350x11	5.44
		1	195x380x12	6.98
	Total			

### UNION TIPO 17

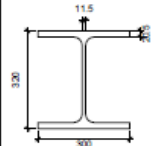
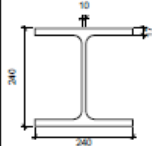
- Detalle

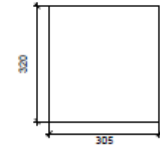
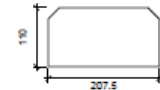




Sección B - B

- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 320 B		320	300	20.5	11.5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Chapa frontal		305	320	22	S275	275.0	410.0
Rigidizador		207.5	110	12	S275	275.0	410.0



- Comprobacion
  - **VIGA HE 240 B**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	20.54	354.75	5.79
	Tracción	kN	20.54	308.00	6.67

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	166	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	85	10.0	83.09	
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	En ángulo	3	320	17.0	90.00	

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	15.5	26.9	6.96	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	16.4	16.4	2.2	33.1	8.58	16.5	5.02	410.0	0.85

- **PILAR HE 320 B**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tensiones combinadas	--	--	--	5.99
Alma	Pandeo local	N/mm <sup>2</sup>	12.27	261.90	4.68

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	7	150	11.6	83.09

*a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	9.1	13.3	5.3	26.4	6.84	13.3	4.05	410.0	0.85

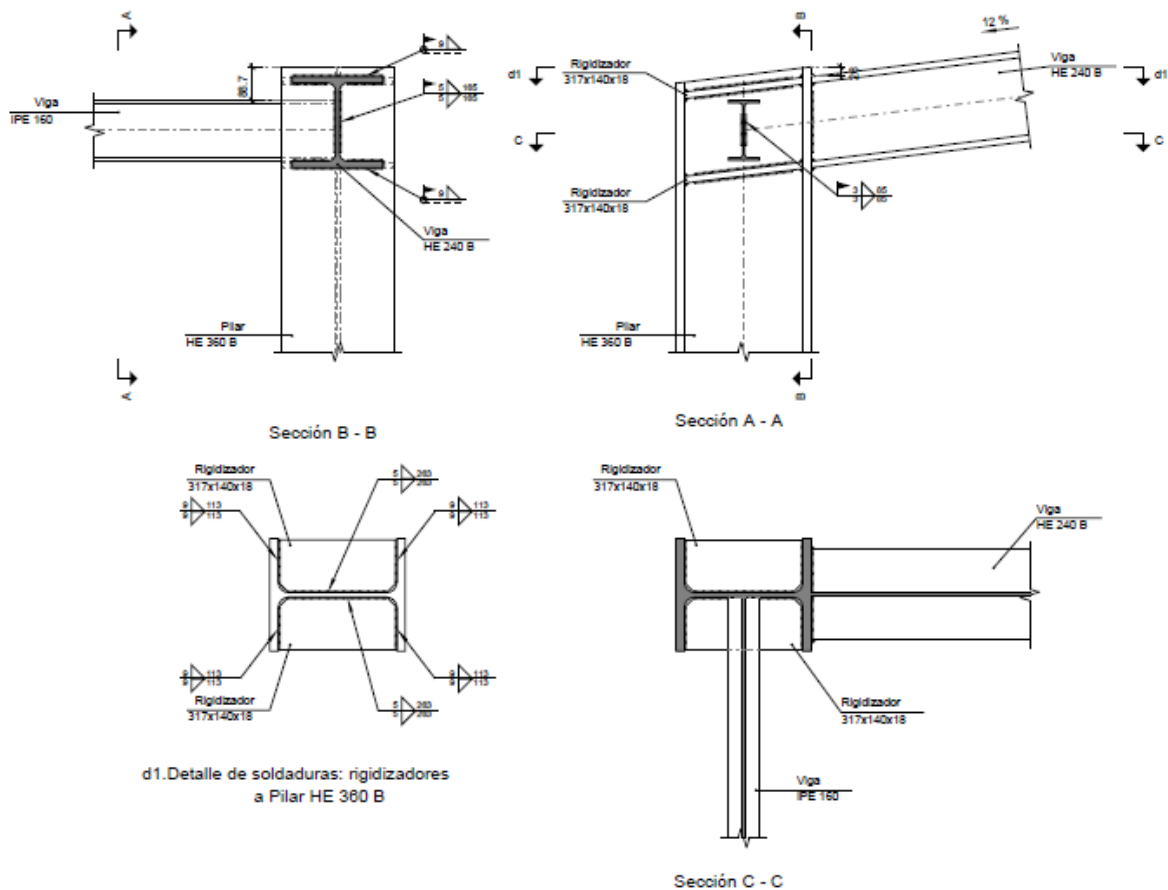
- Medicion

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1374
			7	300
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	610

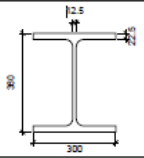
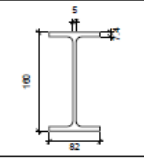
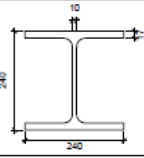
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	207x110x12	4.30
	Chapas	1	305x320x22	16.86
	Total			21.16

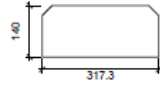
**UNION TIPO 18**

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	275.0	410.0
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Rigidizador		317.3	140	18	S275	275.0	410.0

- Comprobacion
  - o **PILAR HE 360 B**

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.94	
	Cortante	kN	158.37	612.40	25.86	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	31.66	261.90	12.09	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	35.97	261.90	13.74	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	32.07	261.90	12.25	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	35.53	261.90	13.57	
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	20.12	261.90	7.68	
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	19.72	261.90	7.53	
Viga IPE 160 Alma	Punzonamiento	kN	59.08	442.80	13.34	
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	59.08	114.12	51.78	

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	113	18.0	83.09
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	263	12.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	21.0	23.7	1.0	46.1	11.94	21.0	6.39	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	23.8	41.1	10.66	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	23.8	26.9	1.1	52.3	13.56	23.8	7.26	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	27.0	46.8	12.12	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	21.3	24.0	1.0	46.7	12.10	21.3	6.48	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	24.1	41.8	10.83	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	23.5	26.6	1.1	51.7	13.40	23.5	7.17	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	26.7	46.3	11.99	0.0	0.00	410.0	0.85

○ VIGA HE 240 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	83.09
Soldadura del alma	En ángulo	5	165	10.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	83.09

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	32.5	28.8	0.6	59.6	15.45	32.6	9.92	410.0	0.85
Soldadura del alma	22.4	22.4	8.2	46.9	12.16	22.5	6.85	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	31.6	35.6	0.7	69.3	17.97	31.6	9.63	410.0	0.85

○ **VIGA IPE 160**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	139.03	261.90	53.08

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	85	5.0	90.00	

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	81.9	81.9	0.7	163.8	42.46	81.9	24.98	410.0	0.85

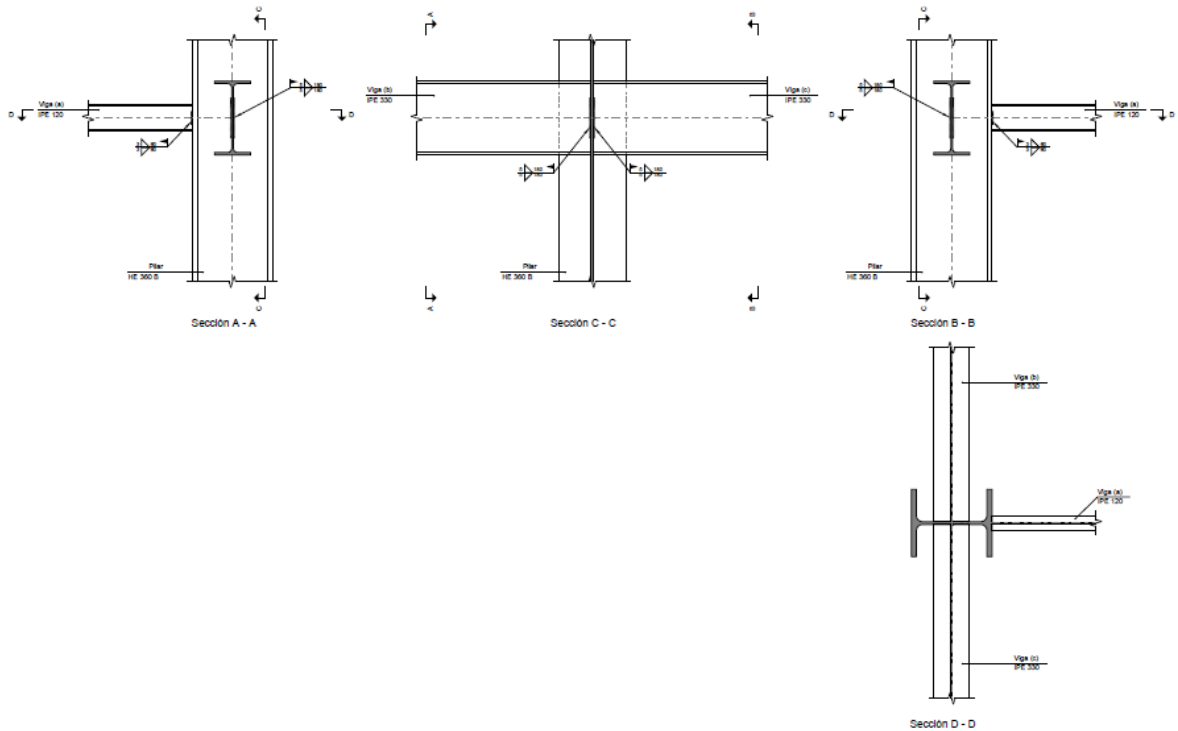
- **Medicion**

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	2106
			9	1808
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	170
			5	330
			9	924

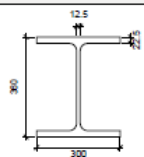

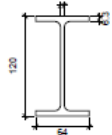
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	317x140x18	25.11
				Total

## UNION TIPO 19

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 120		120	64	6.3	4.4	S275	275.0	410.0

- Comprobacion

○ **PILAR HE 360 B**

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga (c) IPE 330	Alma	Punzonamiento	kN	26.62	922.50	2.89
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	3.96	232.82	1.70
Viga (b) IPE 330	Alma	Punzonamiento	kN	26.27	922.50	2.85
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	3.49	232.82	1.50

○ **VIGA (a) IPE 120**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	129.59	261.90	49.48

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	67.2	67.2	1.6	134.4	34.82	67.2	20.48	410.0	0.85

○ **VIGA (c) IPE 330**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	155.67	261.90	59.44

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	180	7.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	6.6	6.6	67.2	117.1	30.35	10.5	3.19	410.0	0.85



○ **VIGA (b) IPE 330**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	155.65	261.90	59.43

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	5	180	7.5	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

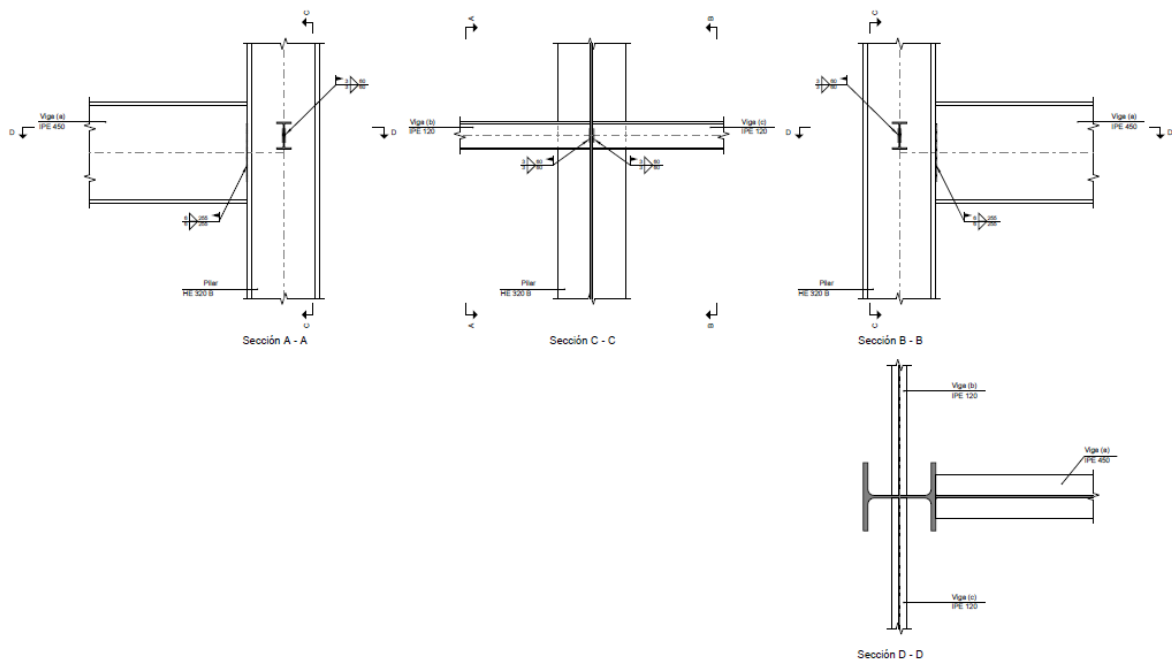
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	6.5	6.5	67.2	117.1	30.35	10.3	3.15	410.0	0.85

- Medición

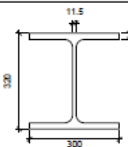
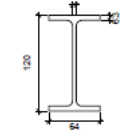
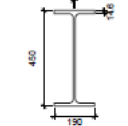
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	120
			5	720

**UNION TIPO 20**

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 320 B		320	300	20.5	11.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 120		120	64	6.3	4.4	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 450		450	190	14.6	9.4	S275	275.0	410.0

- Comprobación

○ **PILAR HE 320 B**

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Viga (c) IPE 120	Alma	Punzonamiento	kN	8.50	291.50	2.92
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	5.08	165.71	3.07
Viga (b) IPE 120	Alma	Punzonamiento	kN	5.48	291.50	1.88
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	4.98	165.71	3.00

○ **VIGA (a) IPE 450**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	181.91	261.90	69.46

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	6	255	9.4	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	18.5	18.5	80.9	144.9	37.54	25.8	7.86	410.0	0.85

○ **VIGA (c) IPE 120**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	32.39	261.90	12.37

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	16.7	16.7	1.5	33.5	8.68	16.7	5.09	410.0	0.85

○ **VIGA (b) IPE 120**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	21.10	261.90	8.06

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	60	4.4	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

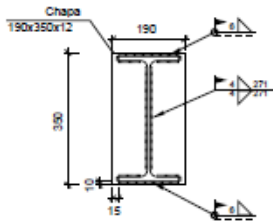
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	10.8	10.8	1.6	21.7	5.63	10.8	3.29	410.0	0.85

- Medicion

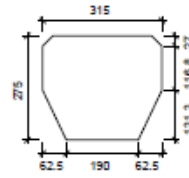
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	240
			6	510

## UNION TIPO 21

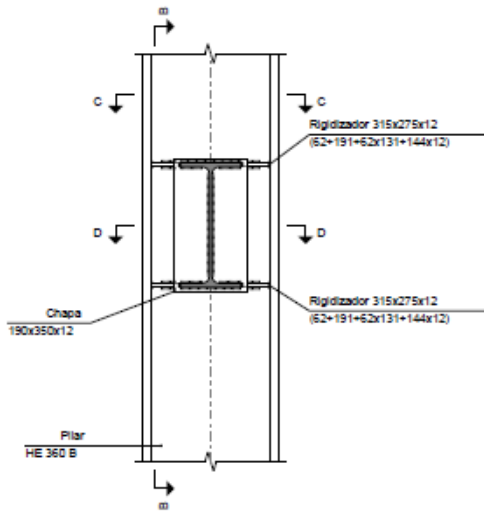
- Detalle



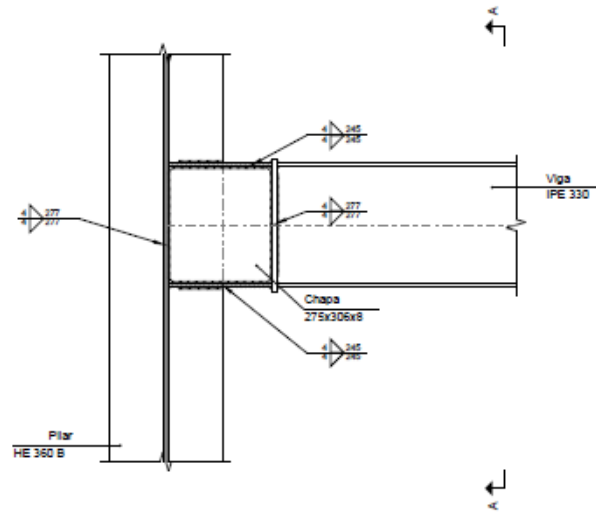
Detalle de soldaduras: Viga IPE 330 a chapa frontal



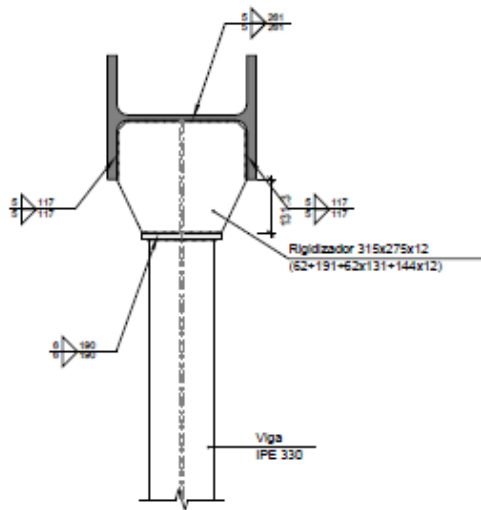
Rigidizador 315x275x12  
(62+191+62x131+144x12)



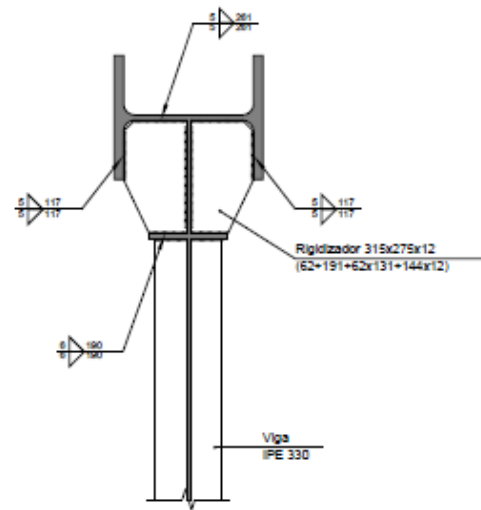
Sección A - A



Sección B - B

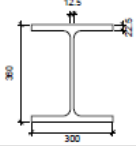
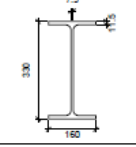


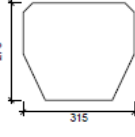
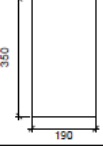
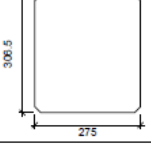
Sección C - C



Sección D - D

- Descripción de los componentes de la union

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)
Pilar	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios								
Pieza	Geometría				Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	
Rigidizador		315	275	12	S275	275.0	410.0	
Chapa de apoyo de la viga Viga IPE 330		190	350	12	S275	275.0	410.0	
Chapa vertical de la viga Viga IPE 330		275	306.5	8	S275	275.0	410.0	

- Comprobación

○ **PILAR HE 360 B**

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.94
	Cortante	kN	0.00	562.22	0.00
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	59.53	261.90	22.73
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm <sup>2</sup>	66.70	261.90	25.47
Chapa frontal [Viga IPE 330]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga IPE 330]	Cortante	kN	17.91	296.37	6.04
Ala	Desgarro	N/mm <sup>2</sup>	54.04	261.90	20.63
	Cortante	N/mm <sup>2</sup>	43.35	261.90	16.55

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	5	117	12.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	261	12.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	6	190	12.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	5	117	12.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	261	12.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	6	190	12.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	277	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	277	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	245	8.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	245	8.0	90.00

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	41.2	71.4	18.51	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	29.1	29.1	0.0	58.1	15.06	29.1	8.86	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	46.2	80.0	20.74	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	0.0	0.0	0.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	35.5	35.5	0.0	70.9	18.38	35.5	10.81	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	8.6	15.0	3.88	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	8.6	15.0	3.88	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	9.1	15.8	4.10	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	9.1	15.8	4.10	0.0	0.00	410.0	0.85

○ VIGA IPE 330

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	6	160	11.5	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	4	271	7.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	6	160	11.5	90.00

a: Espesor garganta  
l: Longitud efectiva  
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	36.0	36.0	0.1	72.0	18.66	36.0	10.98	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	8.8	15.3	3.96	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	43.4	43.4	0.1	86.8	22.50	43.4	13.24	410.0	0.85

- Medicion

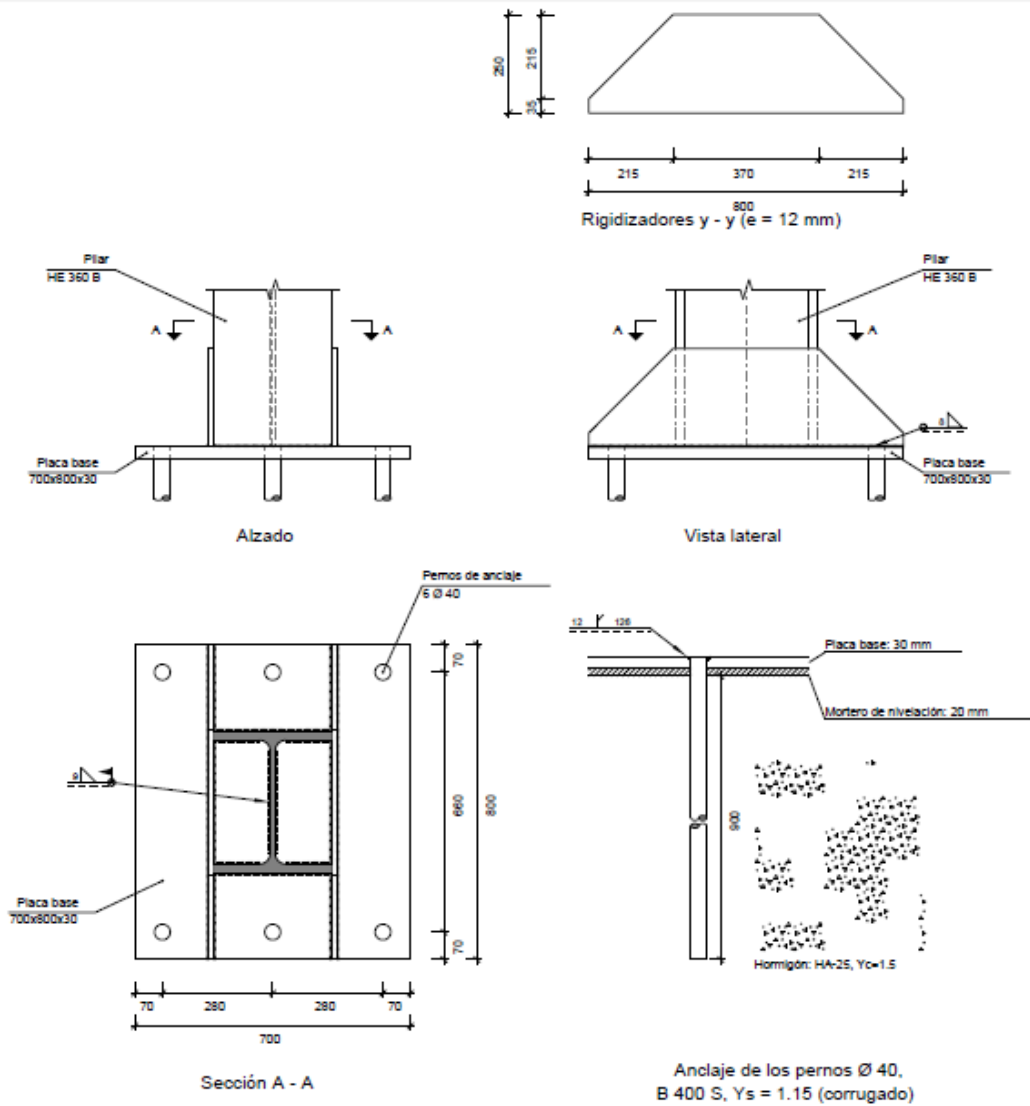
Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	2086
			5	1978
			6	760
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	542
			6	599

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	315x275x12 (62+191+62x131+144x12)	14.77
	Chapas	1	275x306x8	5.29
		1	190x350x12	6.26
	Total			

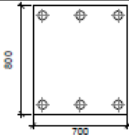
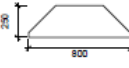


### UNION TIPO 34

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		700	800	30	6	64	42	12	S275	275.0	410.0
Rigidizador		800	250	12	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

- Comprobación

○ **PILAR HE 360 B**

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	9	1589	12.5	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

- Placa de Anclaje

Referencia:	Comprobación	Valores	Estado
	Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 120 mm Calculado: 280 mm	Cumple
	Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 70 mm	Cumple
	Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.1	Cumple
	Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 46 cm Calculado: 90 cm	Cumple
	Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 307.72 kN Calculado: 266.13 kN Máximo: 215.4 kN Calculado: 23.35 kN Máximo: 307.72 kN Calculado: 299.48 kN	Cumple Cumple Cumple
	Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 403.2 kN Calculado: 259.95 kN	Cumple
	Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 209.091 MPa	Cumple
	Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 628.57 kN Calculado: 22.24 kN	Cumple
	Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 129.695 MPa Calculado: 183.041 MPa Calculado: 198.633 MPa Calculado: 215.215 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
	Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 808.783 Calculado: 988.711 Calculado: 4283.77 Calculado: 3958.29	Cumple Cumple Cumple Cumple
	Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 244.464 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones			

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	--	800	12.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	En ángulo	8	--	800	12.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	12	126	30.0	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{  }$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 156): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	206.9	358.3	92.85	0.0	0.00	410.0	0.85

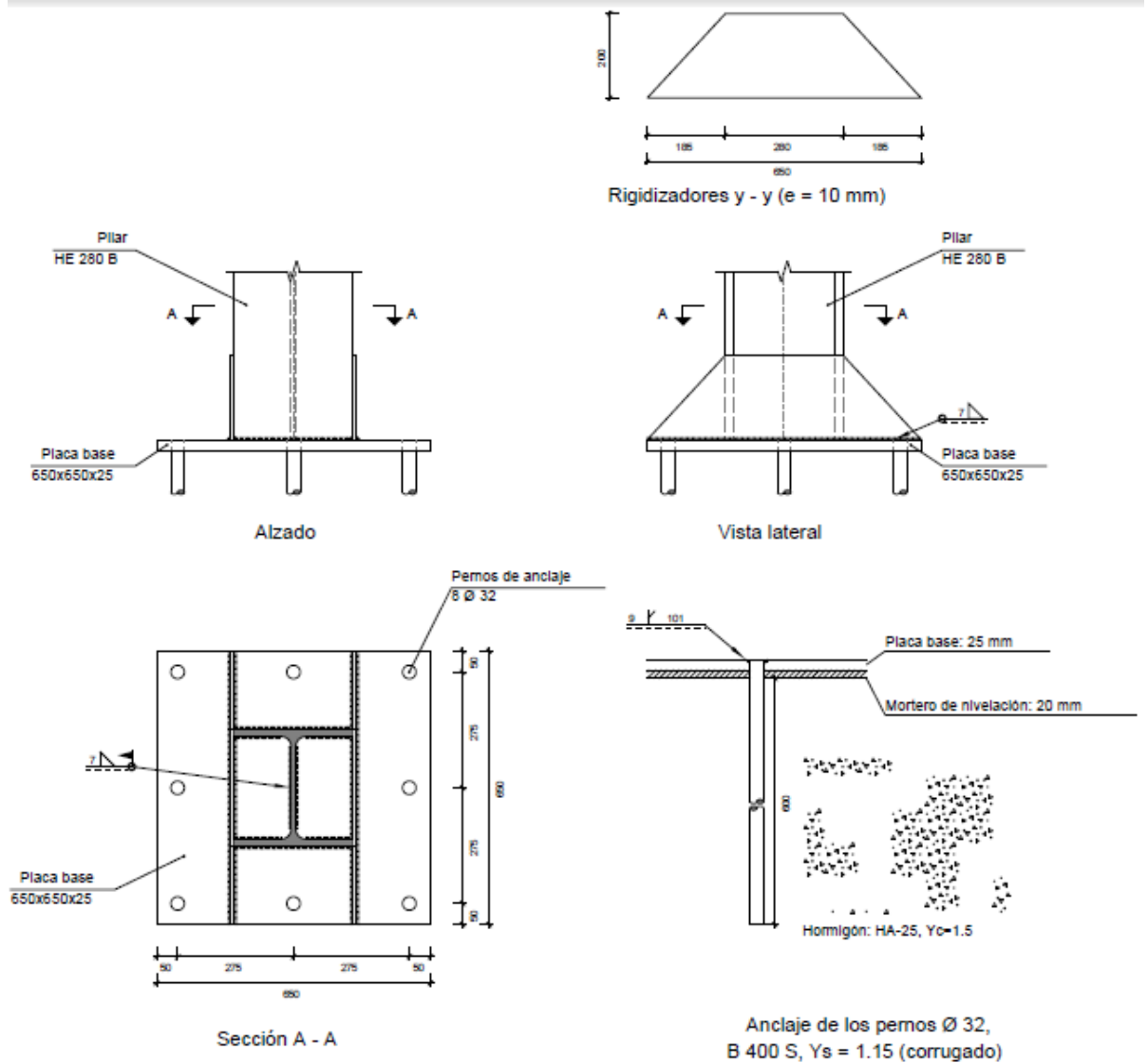
- Medicion

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	8	3110
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	12	754
	En el lugar de montaje	En ángulo	9	1589

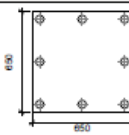
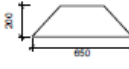
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	700x800x30	131.88
	Rigidizadores pasantes	2	800/370x250/35x12	28.97
	Total			160.85
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	$\varnothing 40 - L = 990$	58.60
	Total			58.60

### UNION TIPO 35

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>c</sub> (MPa)
Placa base		650	650	25	8	50	34	9	S275	275.0	410.0
Rigidizador		650	200	10	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

- Comprobacion
  - **PILAR HE 280 B**

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1395	10.5	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

- Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 275 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 47.2	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 164.12 kN Calculado: 149.07 kN Máximo: 114.88 kN Calculado: 8.99 kN Máximo: 164.12 kN Calculado: 161.91 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 141.22 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 176.815 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 419.05 kN Calculado: 8.46 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 201.431 MPa Calculado: 166.253 MPa Calculado: 191.21 MPa Calculado: 200.034 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1024.63 Calculado: 748.741 Calculado: 4187.36 Calculado: 3937.13	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 235.987 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -145): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	650	10.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 145): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	650	10.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	101	25.0	90.00

*a: Espesor garganta  
 l: Longitud efectiva  
 t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -145): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 145): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	200.7	347.6	90.08	0.0	0.00	410.0	0.85

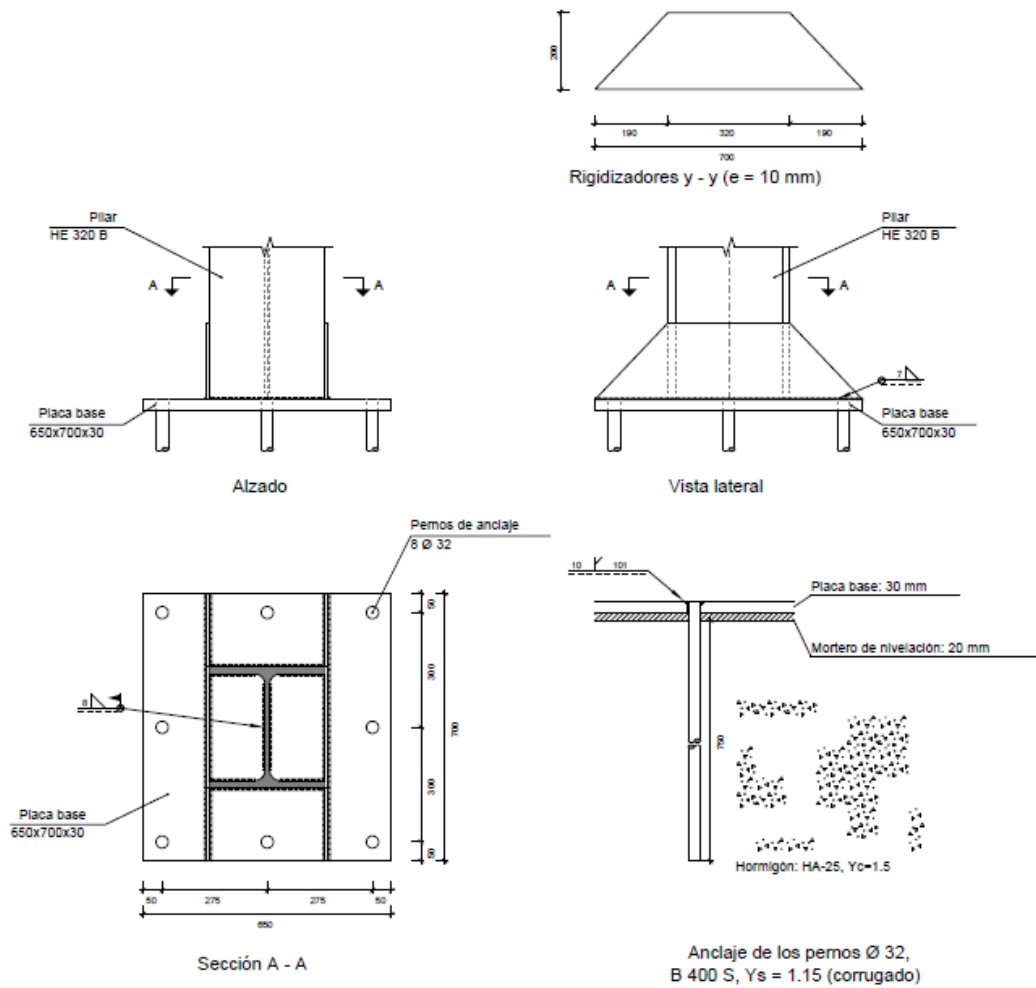
- Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	7	2528
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	9	804
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	1395

Placas de anclaje				
Materia	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	650x650x25	82.92
	Rigidizadores pasantes	2	650/280x200/0x10	14.60
	Total			97.52
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	8	Ø 32 - L = 677	34.19
	Total			34.19

### UNION TIPO 36

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		650	700	30	8	52	34	10	S275	275.0	410.0
Rigidizador		700	200	10	-	-	-	-	S275	275.0	410.0



- Comprobación
  - o **PILAR HE 320 B**

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1519	11.5	90.00			
<i>a: Espesor garganta                      l: Longitud efectiva                      t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f <sub>u</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	β <sub>w</sub>
	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>  </sub> (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	σ <sub>⊥</sub> (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

- Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 275 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 47.8	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 205.14 kN Calculado: 185.66 kN Máximo: 143.6 kN Calculado: 10.61 kN Máximo: 205.14 kN Calculado: 200.81 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 172.87 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 216.129 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 502.86 kN Calculado: 9.86 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 157.849 MPa Calculado: 141.588 MPa Calculado: 241.138 MPa Calculado: 240.532 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Mínimo: 250 Calculado: 1167.14 Calculado: 1247.75 Calculado: 3235.98 Calculado: 3248.3	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 205.627 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	700	10.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	700	10.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	10	101	30.0	90.00

*a: Espesor garganta*  
*l: Longitud efectiva*  
*t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	214.9	372.3	96.48	0.0	0.00	410.0	0.85

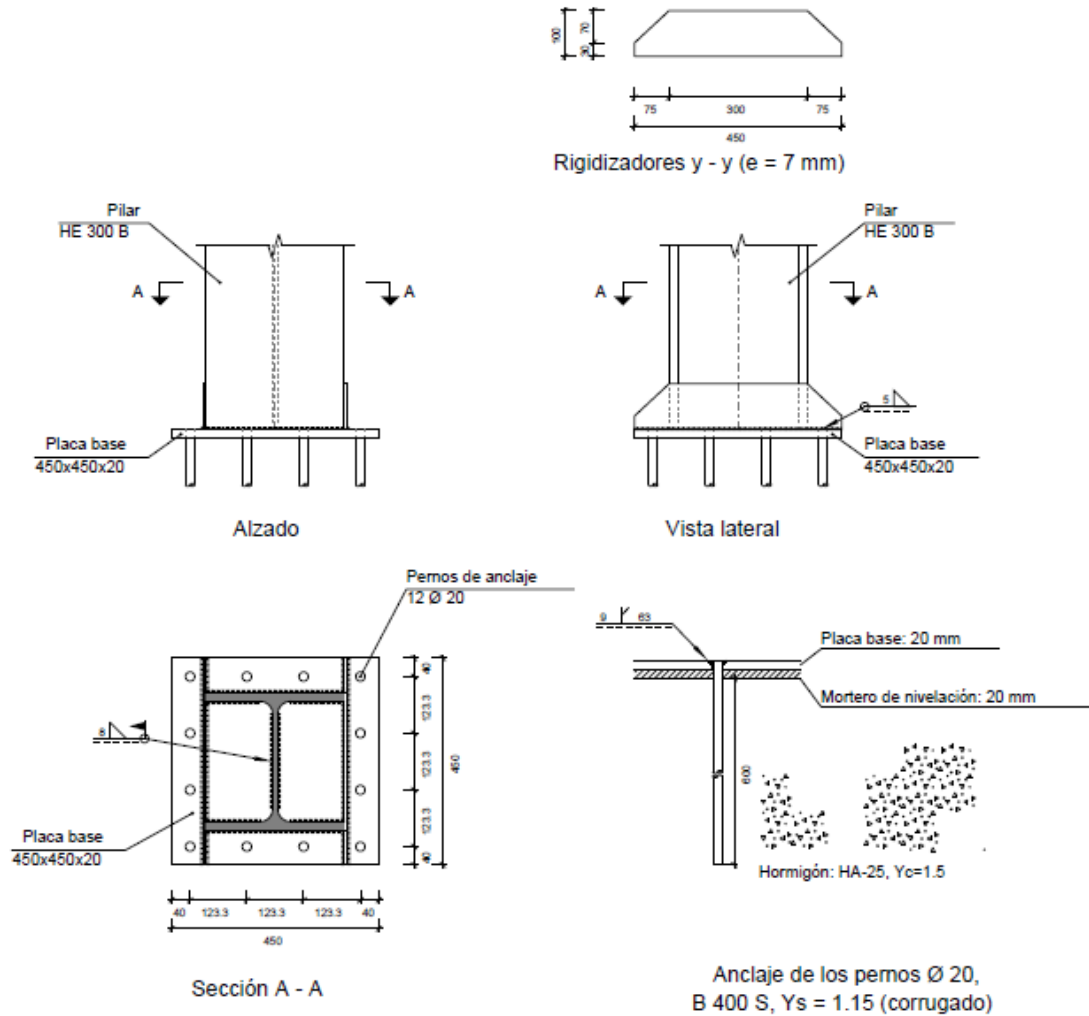
- Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	7	2718
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	10	804
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	1519

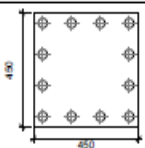
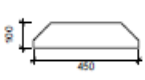
Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	650x700x30	107.15
	Rigidizadores pasantes	2	700/320x200/0x10	16.01
	Total			123.17
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	8	$\varnothing 32 - L = 832$	42.02
	Total			42.02

### UNION TIPO 37

- Detalle



- Descripción de los componentes de la union

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (MPa)	f <sub>u</sub> (MPa)
Placa base		450	450	20	12	38	22	9	S275	275.0	410.0
Rigidizador		450	100	7	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

- Comprobación
  - o **PILAR HE 300 B**

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas								
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)			
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1486	11.0	90.00			
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>								
Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.						410.0	0.85

- Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 124 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 30.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción:	Máximo: 102.57 kN Calculado: 93.84 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 71.8 kN Calculado: 3.21 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 102.57 kN Calculado: 98.43 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 kN Calculado: 84.47 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 269.584 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 209.52 kN Calculado: 2.88 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 219.609 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 201.537 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 254.545 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 210.775 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i> - Derecha:	Mínimo: 250 Calculado: 713.584	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 992.906	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6295.03	Cumple
- Abajo:	Calculado: 7098.94	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 213.352 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

**Cordones de soldadura**

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -154): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	450	7.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 154): Soldadura a la placa base	En ángulo	5	--	450	7.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	63	20.0	90.00

*a: Espesor garganta  
 l: Longitud efectiva  
 t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\beta_w$
	$\sigma_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\perp}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Valor (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$\sigma_{\parallel}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -154): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 154): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	192.1	332.7	86.21	0.0	0.00	410.0	0.85

- Medición

Soldaduras				
$f_u$ (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	1724
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	9	754
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	1486

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x450x20	31.79
	Rigidizadores pasantes	2	450/300x100/30x7	4.37
	Total			36.16
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	12	Ø 20 - L = 660	19.53
	Total			19.53

## 7. CIMENTACIONES

La cimentación se va a realizar a través de zapatas aisladas de hormigón armado unidas mediante vigas de atado. El hormigón empleado es el HA-25 y el acero es B 500 s

Previo a la ejecución de las zapatas se debe disponer una solera de asiento, con el fin de evitar el contacto directo del hormigón de la cimentación con el terreno, el llamado hormigón de limpieza. El código Técnico de la Edificación establece un espesor mínimo de 10 cm para esta capa y una tipología de HL-150/B/20.

A continuación se muestran los listados de la descripción de las zapatas:

### 7.1 DESCRIPCIÓN

Referencias	Geometría	Armado
N74	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 60.0 cm Ancho inicial Y: 80.0 cm Ancho final X: 60.0 cm Ancho final Y: 90.0 cm Ancho zapata X: 120.0 cm Ancho zapata Y: 170.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 13Ø12c/12.5 Sup Y: 9Ø12c/12.5 Inf X: 13Ø12c/12.5 Inf Y: 9Ø12c/12.5
N75, N76, N77, N78, N79 y N80	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 240.0 cm Ancho zapata Y: 350.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 27Ø12c/12.5 Sup Y: 19Ø12c/12.5 Inf X: 27Ø12c/12.5 Inf Y: 19Ø12c/12.5
N81	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 60.0 cm Ancho inicial Y: 110.0 cm Ancho final X: 60.0 cm Ancho final Y: 90.0 cm Ancho zapata X: 120.0 cm Ancho zapata Y: 200.0 cm Canto: 100.0 cm	X: 15Ø12c/12.5 Y: 9Ø12c/12.5
N82 y N95	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 60.0 cm Ancho inicial Y: 85.0 cm Ancho final X: 60.0 cm Ancho final Y: 80.0 cm Ancho zapata X: 120.0 cm Ancho zapata Y: 165.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 13Ø12c/12.5 Sup Y: 9Ø12c/12.5 Inf X: 13Ø12c/12.5 Inf Y: 9Ø12c/12.5
N83	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 117.5 cm Ancho inicial Y: 57.5 cm Ancho final X: 112.5 cm Ancho final Y: 57.5 cm	Sup X: 6Ø12c/17 Sup Y: 13Ø12c/17 Inf X: 9Ø12c/12 Inf Y: 13Ø12c/17

	Ancho zapata X: 230.0 cm Ancho zapata Y: 115.0 cm Canto: 70.0 cm	
N84	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 150.0 cm Ancho inicial Y: 67.5 cm Ancho final X: 115.0 cm Ancho final Y: 67.5 cm Ancho zapata X: 265.0 cm Ancho zapata Y: 135.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 5Ø16c/26 Sup Y: 10Ø16c/26 Inf X: 7Ø16c/20 Inf Y: 10Ø16c/26
N85	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 62.5 cm Ancho inicial Y: 57.5 cm Ancho final X: 82.5 cm Ancho final Y: 57.5 cm Ancho zapata X: 145.0 cm Ancho zapata Y: 115.0 cm Canto: 70.0 cm	X: 6Ø12c/17 Y: 8Ø12c/17
N86	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 60.0 cm Ancho inicial Y: 85.0 cm Ancho final X: 60.0 cm Ancho final Y: 85.0 cm Ancho zapata X: 120.0 cm Ancho zapata Y: 170.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 13Ø12c/12.5 Sup Y: 9Ø12c/12.5 Inf X: 13Ø12c/12.5 Inf Y: 9Ø12c/12.5
N87	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 67.5 cm Ancho inicial Y: 147.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 77.5 cm Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 225.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 13Ø12c/17 Sup Y: 6Ø12c/17 Inf X: 13Ø12c/17 Inf Y: 4Ø16c
N88, N89, N90, N91 y N92	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 162.5 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 57.5 cm Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 220.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 13Ø12c/17 Sup Y: 6Ø12c/17 Inf X: 13Ø12c/17 Inf Y: 5Ø16c/25
N93	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 67.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 67.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm	X: 8Ø12c/17 Y: 5Ø12c/17



	Ancho zapata Y: 135.0 cm Canto: 70.0 cm	
N94	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 95.0 cm Ancho inicial Y: 57.5 cm Ancho final X: 80.0 cm Ancho final Y: 57.5 cm Ancho zapata X: 175.0 cm Ancho zapata Y: 115.0 cm Canto: 85.0 cm	X: 4Ø16c/26 Y: 7Ø16c/26
N96	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 60.0 cm Ancho inicial Y: 95.0 cm Ancho final X: 60.0 cm Ancho final Y: 105.0 cm Ancho zapata X: 120.0 cm Ancho zapata Y: 200.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 15Ø12c/12.5 Sup Y: 9Ø12c/12.5 Inf X: 15Ø12c/12.5 Inf Y: 9Ø12c/12.5
N97, N98, N99 y N100	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 65.0 cm Ancho inicial Y: 160.0 cm Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 90.0 cm Ancho zapata X: 130.0 cm Ancho zapata Y: 250.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 19Ø12c/12.5 Sup Y: 10Ø12c/12.5 Inf X: 19Ø12c/12.5 Inf Y: 6Ø16c/20
N101	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 65.0 cm Ancho inicial Y: 165.0 cm Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 90.0 cm Ancho zapata X: 130.0 cm Ancho zapata Y: 255.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 20Ø12c/12.5 Sup Y: 10Ø12c/12.5 Inf X: 20Ø12c/12.5 Inf Y: 11Ø12c/11
N102	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 70.0 cm Ancho inicial Y: 165.0 cm Ancho final X: 65.0 cm Ancho final Y: 95.0 cm Ancho zapata X: 135.0 cm Ancho zapata Y: 260.0 cm Canto: 100.0 cm	Sup X: 20Ø12c/12.5 Sup Y: 10Ø12c/12.5 Inf X: 20Ø12c/12.5 Inf Y: 7Ø16c/20
N103	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 82.5 cm Ancho inicial Y: 47.5 cm Ancho final X: 97.5 cm Ancho final Y: 47.5 cm Ancho zapata X: 180.0 cm Ancho zapata Y: 95.0 cm	Sup X: 5Ø12c/17 Sup Y: 10Ø12c/17 Inf X: 5Ø12c/17 Inf Y: 10Ø12c/17

	Canto: 70.0 cm	
N104 Y N105	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 120.0 cm Ancho inicial Y: 62.5 cm Ancho final X: 125.0 cm Ancho final Y: 62.5 cm Ancho zapata X: 245.0 cm Ancho zapata Y: 125.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 5Ø16c/26 Sup Y: 9Ø16c/26 Inf X: 6Ø16c/22 Inf Y: 9Ø16c/26
N106	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 87.5 cm Ancho inicial Y: 47.5 cm Ancho final X: 92.5 cm Ancho final Y: 47.5 cm Ancho zapata X: 180.0 cm Ancho zapata Y: 95.0 cm Canto: 70.0 cm	Sup X: 5Ø12c/17 Sup Y: 10Ø12c/17 Inf X: 5Ø12c/17 Inf Y: 10Ø12c/17

## 7.2 MEDICIÓN

Referencia: N74		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x1.39	18.07
	Peso (kg)	13x1.23	16.04
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x1.89	17.01
	Peso (kg)	9x1.68	15.10
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x1.39	18.07
	Peso (kg)	13x1.23	16.04
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x1.89	17.01
	Peso (kg)	9x1.68	15.10
Totales	Longitud (m)	70.16	
	Peso (kg)	62.28	62.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	77.18	
	Peso (kg)	68.51	68.51

Referencias: N75, N76, N77, N78, N79 y N80		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	27x2.59	69.93
	Peso (kg)	27x2.30	62.09
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	19x3.40	64.60
	Peso (kg)	19x3.02	57.35
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	27x2.59	69.93
	Peso (kg)	27x2.30	62.09
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	19x3.40	64.60
	Peso (kg)	19x3.02	57.35

Totales	Longitud (m)	269.06	
	Peso (kg)	238.88	238.88
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	295.97	
	Peso (kg)	262.77	262.77

Referencia: N81		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	15x1.39	20.85
	Peso (kg)	15x1.23	18.51
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x2.19	19.71
	Peso (kg)	9x1.94	17.50
Totales	Longitud (m)	40.56	
	Peso (kg)	36.01	36.01
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	44.62	
	Peso (kg)	39.61	39.61

Referencias: N82 Y N95		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x1.39	18.07
	Peso (kg)	13x1.23	16.04
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x1.84	16.56
	Peso (kg)	9x1.63	14.70
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x1.39	18.07
	Peso (kg)	13x1.23	16.04
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x1.84	16.56
	Peso (kg)	9x1.63	14.70
Totales	Longitud (m)	69.26	
	Peso (kg)	61.48	61.48
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	76.19	
	Peso (kg)	67.63	67.63

Referencia: N83		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x2.20	19.80
	Peso (kg)	9x1.95	17.58
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	13x1.34	17.42
	Peso (kg)	13x1.19	15.47
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x2.20	13.20
	Peso (kg)	6x1.95	11.72
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	13x1.34	17.42
	Peso (kg)	13x1.19	15.47
Totales	Longitud (m)	67.84	
	Peso (kg)	60.24	60.24

Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	74.62 66.26	66.26
---------------------------	---------------------------	----------------	-------

<b>Referencia: N84</b>		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	7x2.85	19.95
	Peso (kg)	7x4.50	31.49
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.55	15.50
	Peso (kg)	10x2.45	24.46
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x2.85	14.25
	Peso (kg)	5x4.50	22.49
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.61	16.10
	Peso (kg)	10x2.54	25.41
Totales		Longitud (m) Peso (kg)	65.80 103.85
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	72.83 114.24	114.24

<b>Referencia: N85</b>		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.64	9.84
	Peso (kg)	6x1.46	8.74
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	8x1.34	10.72
	Peso (kg)	8x1.19	9.52
Totales		Longitud (m) Peso (kg)	20.56 18.26
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	22.62 20.09	20.09

<b>Referencia: N86</b>		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x1.39	18.07
	Peso (kg)	13x1.23	16.04
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x1.89	17.01
	Peso (kg)	9x1.68	15.10
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x1.39	18.07
	Peso (kg)	13x1.23	16.04
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x1.89	17.01
	Peso (kg)	9x1.68	15.10
Totales		Longitud (m) Peso (kg)	70.16 62.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	77.18 68.51	68.51

<b>Referencia: N87</b>		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x1.34		17.42
	Peso (kg)	13x1.19		15.47
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		4x2.45	9.80
	Peso (kg)		4x3.87	15.47
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x1.34		17.42
	Peso (kg)	13x1.19		15.47
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.44		14.64
	Peso (kg)	6x2.17		13.00
Totales	Longitud (m)	49.48	9.80	
	Peso (kg)	43.94	15.47	59.41
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	54.43	10.78	
	Peso (kg)	48.33	17.02	65.35

<b>Referencias: N88, N89, N90, N91 y N92</b>		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	13x1.34		17.42
	Peso (kg)	13x1.19		15.47
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		5x2.40	12.00
	Peso (kg)		5x3.79	18.94
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	13x1.34		17.42
	Peso (kg)	13x1.19		15.47
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	6x2.39		14.34
	Peso (kg)	6x2.12		12.73
Totales	Longitud (m)	49.18	12.00	
	Peso (kg)	43.67	18.94	62.61
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	54.10	13.20	
	Peso (kg)	48.04	20.83	68.87

<b>Referencias: N93</b>		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x1.14		9.12
	Peso (kg)	8x1.01		8.10
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.54		7.70
	Peso (kg)	5x1.37		6.84
Totales	Longitud (m)	16.82		
	Peso (kg)	14.94		14.94
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	18.50		
	Peso (kg)	16.43		16.43

<b>Referencia: N94</b>		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	4x1.95		7.80
	Peso (kg)	4x3.08		12.31

Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	7x1.35 7x2.13	9.45 14.92
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	17.25 27.23	27.23
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	18.98 29.95	29.95

Referencia: N96		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	15x1.39 15x1.23		20.85 18.51
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x2.19 9x1.94		19.71 17.50
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	15x1.39 15x1.23		20.85 18.51
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	9x2.19 9x1.94		19.71 17.50
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	81.12 72.02		72.02
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	89.23 79.22		79.22

Referencias: N97, N98, N99 y N100		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	19x1.49 19x1.32		28.31 25.13
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)		6x2.7 6x4.26	16.20 25.57
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	19x1.49 19x1.32		28.31 25.13
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	10x2.69 10x2.39		26.90 23.88
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	85.52 74.14	16.20 25.57	99.71
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	91.87 81.55	17.82 28.13	109.68

Referencia: N101		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	20x1.49 20x1.32		29.80 26.46
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m) Peso (kg)	11x2.74 11x2.43		30.14 26.76
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m) Peso (kg)	20x1.49 20x1.32		29.80 26.46

Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.74	27.40
	Peso (kg)	10x2.43	24.33
Totales	Longitud (m)	117.14	
	Peso (kg)	104.01	104.01
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	128.85	
	Peso (kg)	114.41	114.41

Referencia: N102		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12	Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	20x1.54		30.80
	Peso (kg)	20x1.37		27.35
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		7x2.80	19.60
	Peso (kg)		7x4.42	30.94
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	20x1.54		30.80
	Peso (kg)	20x1.37		27.35
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.79		27.90
	Peso (kg)	10x2.48		24.77
Totales	Longitud (m)	89.50	19.60	
	Peso (kg)	79.47	30.94	110.41
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	98.45	21.56	
	Peso (kg)	87.42	34.03	121.45

Referencia: N103		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.99		9.95
	Peso (kg)	5x1.77		8.83
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.14		11.40
	Peso (kg)	10x1.01		10.12
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.99		9.95
	Peso (kg)	5x1.77		8.83
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.14		11.40
	Peso (kg)	10x1.01		10.12
Totales	Longitud (m)	42.70		
	Peso (kg)	37.90		37.90
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	46.97		
	Peso (kg)	41.69		41.69

Referencia: N104 y N105		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø12		
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x2.65		15.90
	Peso (kg)	6x4.18		25.10
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x1.45		13.05
	Peso (kg)	9x2.29		20.60
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x2.35		11.75
	Peso (kg)	5x3.71		18.55



Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	9x1.51	13.59
	Peso (kg)	9x2.38	21.45
Totales	Longitud (m)	54.29	
	Peso (kg)	85.70	85.70
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	59.72	
	Peso (kg)	94.27	94.27

Referencia: N1036		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	5x1.99	9.95
	Peso (kg)	5x1.77	8.83
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.14	11.40
	Peso (kg)	10x1.01	10.12
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	5x1.99	9.95
	Peso (kg)	5x1.77	8.83
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.14	11.40
	Peso (kg)	10x1.01	10.12
Totales	Longitud (m)	42.70	
	Peso (kg)	37.90	37.90
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	46.97	
	Peso (kg)	41.69	41.69

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m <sup>3</sup> )	
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencia: N74	68.51		68.51	2.04	0.20
Referencias: N75, N76, N77, N78, N79 y N80	6x262.77		1576.62	6x8.40	6x0.84
Referencia: N81	39.61		39.61	2.40	0.24
Referencias: N82 y N95	2x67.63		135.26	2x1.98	2x0.20
Referencia: N83	66.26		66.26	1.85	0.26
Referencia; N84		114.24	114.24	3.04	0.36
Referencia: N85	20.09		20.09	1.17	0.17
Referencia: N86	68.51		68.51	2.01	0.20
Referencia: N87	48.33	17.02	65.35	1.81	0.26
Referencia: N88, N89, N90, N91 y N92	5x48.04	5x20.83	344.35	5x1.77	5x0.25
Referencia: N93	16.43		16.43	0.90	0.13
Referencia: N94		29.95	329.95	1.71	0.20
Referencia: N96	9.22		79.22	2.40	0.24
Referencia: N97, N98, N99 y N100	4x81.55	4x28.13	438.72	4x3.25	4x0.33
Referencia: N101	114.41		114.41	3.31	0.33
Referencia: N102	87.42	34.03	121.45	3.51	0.35
Referencia: N103	41.69		41.69	1.20	0.17
Referencia: N104 y N105		2x94.27	188.54	2x2.60	2x0.31
Referencia: N106	41.69		41.59	1.20	0.17
Totales:	2970.45	600.45	3570.90	110.00	11.90

Tabla 28 Resumen medición de cimentaciones. Fuente CYPE 3D

### 7.3 VIGAS DE ATADO

#### 7.3.1 Descripción

REFERENCIAS	GEOMETRÍA	ARMADO
C.1 [N75-N74], C.1 [N94-N93], C.1 [N76-N75], C.1 [N91-N90], C.1 [N93-N92], C.1 [N77-N76], C.1 [N88-N87], C.1 [N99-N98], C.1 [N101-N100], C.1 [N78-N77], C.1 [N89-N88], C.1 [N102-N101], C.1 [N92-N91], C.1 [N104-N103], C.1 [N79-N78], C.1 [N97-N96], C.1 [N102-N86], C.1 [N87-N85], C.1 [N98-N97], C.1 [N90-N89], C.1 [N80-N79], C.1 [N106-N105], C.1 [N96-N95], C.1 [N100-N99], C.1 [N82-N81] y C.1 [N81-N80]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N82-N105], C [N105-N104], C [N104-N94], C [N94-N95], C [N81-N106], C [N106-N103], C [N103-N93], C [N74-N83], C [N83-N84], C [N84-N85], C [N85-N86], C [N93-N96], C [N92-N97], C [N91-N98], C [N90-N99], C [N89-N100], C [N88-N101] y C [N87-N102]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/30

#### 7.3.2 Medición

Referencias: C.1 [N75-N74], C.1 [N94-N93], C.1 [N76-N75], C.1 [N91-N90], C.1 [N93-N92], C.1 [N77-N76], C.1 [N88-N87], C.1 [N99-N98], C.1 [N101-N100], C.1 [N78-N77], C.1 [N89-N88], C.1 [N102-N101], C.1 [N92-N91], C.1 [N104-N103], C.1 [N79-N78], C.1 [N97-N96], C.1 [N102-N86], C.1 [N87-N85], C.1 [N98-N97], C.1 [N90-N89], C.1 [N80-N79], C.1 [N106-N105], C.1 [N96-N95], C.1 [N100-N99], C.1 [N82-N81] y C.1 [N81-N80]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x6.30 2x5.59	12.60 11.19
Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x6.30 2x5.59	12.60 11.19
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	15x1.33 15x0.52		19.95 7.87
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	19.95 7.87	25.20 22.38	30.25
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	21.95 8.66	27.72 24.62	33.28

Referencias: C [N82-N105], C [N105-N104], C [N104-N94], C [N94-N95], C [N81-N106], C [N106-N103], C [N103-N93], C [N74-N83], C [N83-N84], C [N84-N85], C [N85-N86], C [N93-N96], C [N92-N97], C [N91-N98], C [N90-N99], C [N89-N100], C [N88-N101] y C [N87-N102]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m) Peso (kg)		2x8.55 2x7.59	17.10 15.18

Armado viga - Armado superior	Longitud (m) Peso (kg)		2x8.55 2x7.59	17.10 15.18
Armado viga - Estribo	Longitud (m) Peso (kg)	24x1.33 24x0.52		31.92 12.60
Totales	Longitud (m) Peso (kg)	31.92 12.60	34.20 30.36	42.96
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m) Peso (kg)	35.11 13.86	37.62 33.40	47.26

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m <sup>3</sup> )	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C.1 [N75-N74], C.1 [N94-N93], C.1 [N76-N75], C.1 [N91-N90], C.1 [N93-N92], C.1 [N77-N76], C.1 [N88-N87], C.1 [N99-N98], C.1 [N101-N100], C.1 [N78-N77], C.1 [N89-N88], C.1 [N102-N101], C.1 [N92-N91], C.1 [N104-N103], C.1 [N79-N78], C.1 [N97-N96], C.1 [N102-N86], C.1 [N87-N85], C.1 [N98-N97], C.1 [N90-N89], C.1 [N80-N79], C.1 [N106-N105], C.1 [N96-N95], C.1 [N100-N99], C.1 [N82-N81] y C.1 [N81-N80]	26x8.66	26x24.62	865.28	26x0.67	26x0.17
Referencias: C [N82-N105], C [N105-N104], C [N104-N94], C [N94-N95], C [N81-N106], C [N106-N103], C [N103-N93], C [N74-N83], C [N83-N84], C [N84-N85], C [N85-N86], C [N93-N96], C [N92-N97], C [N91-N98], C [N90-N99], C [N89-N100], C [N88-N101] y C [N87-N102]	18x1386	18x33.40	850.68	18x1.08	18x0.27
Totales	474.64	1241.32	1715.96	36.98	9.25

Tabla 29 Resumen medicion vigas de atado. CYPE 3D

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 7 – APARCAMIENTO SUPERFICIAL***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	FIRME Y PAVIMENTACION .....	2
2.1	SITUACIÓN ACTUAL .....	2
2.2	DESCRIPCION DE LA OBRA .....	3
3.	RED DE DRENAJE .....	4
3.1	CRITERIO PARA EL DIMENSIONAMIENTO .....	4
3.2	CAUDAL MÁXIMO ANUAL, $Q_T$ .....	5
3.2.1	Periodo de Retorno, T .....	5
3.2.2	Tiempo de concentración, $t_c$ .....	5
3.2.3	Intensidad de precipitación I ( T, $t_c$ ) .....	6
3.2.4	Coefficiente de escorrentía, C .....	9
3.2.5	Área de la cuenca o superficie considerada, A. ....	11
3.2.6	Coefficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación $K_t$ .	11
3.3.1	Diseño hidráulico .....	12
3.3.2	Velocidad de agua.....	13
4.	EQUIPAMIENTO .....	14
4.1	MARCAS VIALES.....	15
4.2	ILUMINACION.....	16
5.	BIBLIOGRAFIA.....	17

## 1. INTRODUCCIÓN

El nuevo centro deportivo para la sociedad de remo Kaiku tendrá asociado una zona de parking en superficie de 1.069 m<sup>2</sup> para que aquellos usuarios inscritos puedan estacionar su vehículo. Existe también un espacio lateral que sirve para la carga/ descarga de embarcaciones en los vehículos especiales para su transporte.

En la actualidad, el pabellón existente cuenta con una zona de parking de 1.000 m<sup>2</sup> sin delimitaciones de plazas de aparcamiento y con un firme bastante deteriorado. El estado actual se puede observar con mayor exactitud en las imágenes del *Anejo 1: Reportaje fotográfico*.

En este Anejo se define el acondicionamiento de la zona, incluyendo un nuevo firme tanto para el aparcamiento como para las zonas laterales del pabellón y se dimensiona el sistema de drenaje longitudinal para desaguar el agua pluvial, el cual se colocará una red de drenaje en el perímetro del aparcamiento desaguando en el propio río.

Por último y siguiendo las Ordenanzas Publicas del Ayuntamiento de Sestao, se delimitarán las plazas de aparcamiento.



## 2. FIRME Y PAVIMENTACION

### 2.1 SITUACIÓN ACTUAL

Al pabellón actual de Kaiku se accede a través de una vía secundaria que tiene origen en la Avda. Altos Hornos Bizkaia, dirección Barakaldo - Sestao. El único destino de esta vía es la llegada al pabellón, siendo una vía de sentido único; se encuentra asfaltada correctamente y con marcas viales que delimitan el Bidegorri.

Nada más acceder a la parcela, el pavimento se encuentra bastante deteriorado, al igual que la zona de aparcamiento y la zona de carga/descarga de embarcaciones. Esto puede ser debido a la falta de rehabilitación durante su vida útil.

Al no tener información de la sección actual del firme existente, se considerará que únicamente la capa superficial o capa de rodadura está deteriorada manteniendo así, la estructura del firme existente y las canalizaciones subterráneas de las instalaciones (red eléctrica, saneamiento, abastecimiento...)



*Fig. 1 Situación actual de la entrada al recinto donde se observa los diferentes firmes.*



*Fig. 2 Situación actual del firme en la zona de aparcamiento*

## 2.2 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La parcela nueva contará con una pendiente descendente de 2% dirección Este para ayudar a la evacuación del agua sobre una canalización dimensionada en el apartado 3. El aparcamiento resultante tendrá una ocupación para 21 vehículos y una plaza reservada para minusválidos como indica el CTE.

A continuación se dimensiona el paquete de firmes que será necesario ejecutar en su totalidad para aquellas zonas donde actualmente no se contempla firme, con el fin de soportar el tráfico de vehículos. Se sigue la “Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco, 2012”.

Únicamente se repondrá la capa de rodadura o capa superficial. Para ello es imprescindible realizar un fresado de esa área hasta una profundidad de +/- 6 cm manteniendo la estructura del firme y las canalizaciones actuales.

Se parte de una categoría de tráfico T4B pues no van a circular camiones, será usado exclusivamente por turismos; y de una explanada EX1 como opción más desfavorable.

La sección de firmes de la zona de aparcamientos será tipo 1, es decir, firmes flexibles o semiflexibles constituidos con mezclas bituminosas sobre materiales granulares. La norma permite que para categorías de tráfico T4B la capa de rodadura bituminosa se pueda sustituir por un tratamiento superficial, pero en este caso se opta por la secciones tipo 1.1 donde la mezcla se apoya sobre una capa granular de zahorra artificial como se observa en la *Figura 3*.

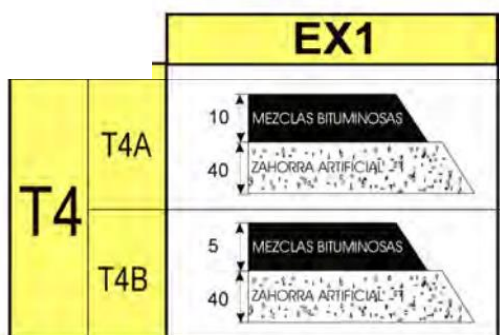


Fig. 3 Sección Tipo 1.1. Fuente: Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco.

La sección mínima del firme proyectado está formada por una zahorra de 40 cm de espesor junto con una mezcla bituminosa de 5 cm.

Los materiales para la realización de la mezcla bituminosa se escogen siguiendo la tabla 7.1 (Figura 4) de la “Norma para el dimensionamiento de firmes del País Vasco”. La pendiente que tendrá la superficie será de 2%.

Velocidad específica del tramo(km/h)	Inclinación (%)	Categoría de tráfico pesado	Espesor (cm) y tipo de mezcla bituminosa en capa de rodadura							
			AC D	AC S	PA <sup>(1)</sup>	BBTM A	BBTM B	MAF	TS	MICROF
>90	<5	T00 - T2A		6 (AC22 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)			
		T2B - T3A		5 (AC16 surf S)						
		T3B		4 - 5 (AC16 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)	6 (AF20)		
		T4		4 - 5 (AC16 surf S)				4-5 (AF12)		(MICROF 8) <sup>(2)</sup>
	≥5	T00 - T2A			6 (AC22 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)		
		T2B - T3A			5 (AC16 surf S)					
		T3B			4 - 5 (AC16 surf S)		3 (BBTM 11/8 A)		6 <sup>(1)</sup> (AF20)	
		T4			4 - 5 (AC16 surf S)				4-5 <sup>(1)</sup> (AF12)	(MICROF 8) <sup>(2)</sup>
≤90	<5	T00 - T2A		6 (AC22 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)			
		T2B - T3A		5 (AC16 surf S)						
		T3B		4 - 5 (AC16 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)	6 (AF20)		
		T4		4 - 5 (AC16 surf S)				4-5 (AF12)	(DTS o TTS) <sup>(1)</sup> (MICROF 8) <sup>(2)</sup>	
	≥5	T00 - T2A			6 (AC22 surf S)	4 (PA 11)	3 (BBTM 11/8 A)	3 (BBTM 11/8 B)		
		T2B - T3A			5 (AC16 surf S)					
		T3B			4 - 5 (AC16 surf S)		3 (BBTM 11/8 A)		6 <sup>(1)</sup> (AF20)	
		T4			4 - 5 (AC16 surf S)				4-5 <sup>(1)</sup> (AF12)	(DTS o TTS) <sup>(1)</sup> (MICROF 8) <sup>(2)</sup>

 ESPECIALMENTE RECOMENDABLE.
  UTILIZABLE

Fig. 4 Tabla 7.1 Utilización de mezclas bituminosas en la capa de rodadura. Fuente: Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco.

Tras el extendido de la zahorra artificial, se pavimenta la capa de rodadura mediante una mezcla bituminosa en caliente denominada AC 16 surf S con un espesor de 5 cm y un riego de imprimación ECL-1, previamente extendido, con una dosificación de 1 Kg/m<sup>2</sup>.

En la ejecución de este firme se nivelara a 2% de pendiente en la dirección Este como se indica en el Plano 16 para favorecer la caída del agua de lluvia a la red de drenaje.

### 3. RED DE DRENAJE

En este apartado se dimensiona y se definen las obras de drenaje necesarias para evacuar el agua pluvial del aparcamiento. Para ello se realizan las comprobaciones hidráulicas correspondientes para el caudal de diseño, determinando así, la mejor solución de drenaje.

Para el diseño del sistema de drenaje se parte del Anejo 2: Climatología e Hidrología, y se seguirán las recomendaciones incluidas en la Norma 5.2 – IC “Drenaje Superficial”.

#### 3.1 CRITERIO PARA EL DIMENSIONAMIENTO

Se debe disponer de una o varias redes en el aparcamiento, para captar la escorrentía de su propia superficie. Ésta, debe presentar una geometría que garantice el drenaje de escorrentía con una línea de máxima pendiente en cada punto igual o superior a 1% de inclinación.

A continuación, se analizan los criterios necesarios para el dimensionamiento de la red de drenaje.

### 3.2 CAUDAL MÁXIMO ANUAL, $Q_T$

Para el cálculo del caudal máximo anual  $Q_T$ , se utiliza el método racional explicado en el apartado 2.2.1 *Formula General de Calculo*, de la Instrucción 5.2 – IC “Drenaje superficial”.

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

*Formula. 1 Caudal Máximo anual*

Dónde:

- $Q_T$  ( $m^3/s$ ): Caudal máximo anual correspondiente al Periodo de Retorno  $T$ , en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T, t_c)$  (mm/h): Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado  $T$ , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración  $t_c$ , de la cuenca.
- $C$  (Adimensional): Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.
- $A$  ( $km^2$ ): Área de la cuenca o superficie considerada.
- $K_t$  (adimensional): Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

#### 3.2.1 Periodo de Retorno, $T$

Es el periodo de tiempo expresado en años, para el cual el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido igual a  $1/T$ .

Para el caso de plataformas y márgenes, el periodo de retorno es igual a 25 años.

#### 3.2.2 Tiempo de concentración, $t_c$

El tiempo de concentración  $t_c$  es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca este aportando escorrentía en el punto de desagüe.

Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagua, mediante la siguiente formula:

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

*Formula. 2 Tiempo de concentración*

Dónde:

- $t_c$  (horas): Tiempo de concentración
- $L_c$  (km): Longitud del cauce
- $J_c$  (adimensional): Pendiente media del cauce

Esta fórmula es aplicable siempre que el tiempo de recorrido con flujo difuso de agua sobre el terreno sea apreciable. Si no es el caso se podría considerar que el tiempo de concentración es 5 minutos.

En este caso, el recorrido del agua será mínimo por lo que se tomara un valor de tiempo de concentración de 5 minutos, o lo que es lo mismo **0,083 h**.

### 3.2.3 *Intensidad de precipitación I ( T, tc)*

La intensidad de precipitación está relacionada con el periodo de retorno T, y una duración de aguacero  $t_c$ , la estimación de caudales se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$I (T, t_c) = I_d \cdot F_{int}$$

Formula. 3 Intensidad de precipitación I

Dónde:

- $I_d$  (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T.

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24}$$

Formula. 4 Intensidad media diaria de precipitación corregida

- $P_d$  (mm): Precipitación diaria, se obtiene a partir del documento “Máximas lluvias diarias en España Peninsular”. A partir de mapas que representan los valores de coeficiente de variación  $C_v$  y del valor medio de precipitación en la zona a estudio.
- 

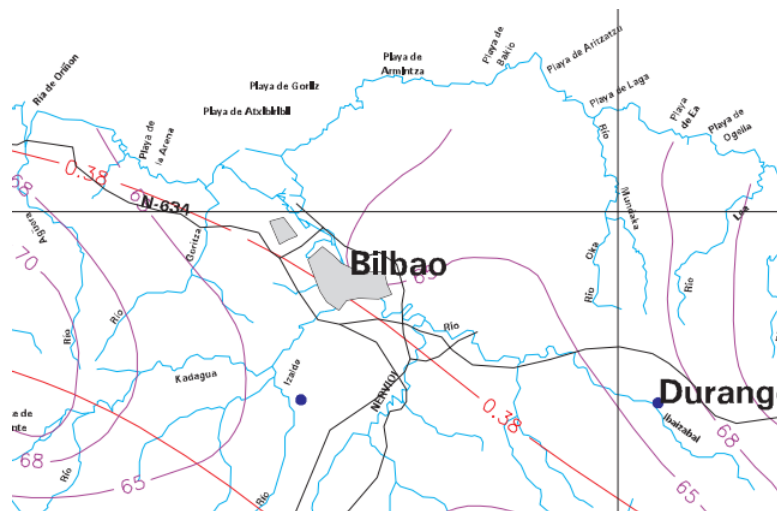


Fig. 5 Mapa de los valores del coeficiente de variación  $C_v$  y del valor medio P de España Peninsular.  
Fuente: Anejo de las Máxima Precipitaciones Diarias en la España Peninsular”

Las isolinéas rojas representan el coeficiente de variación  $C_v$  y las moradas el valor medio P de la máxima precipitación diaria anual:

$$C_v: 0,38$$

$$P = 65 \text{ mm/día}$$

A partir del periodo de retorno (T=25 años), y el valor  $C_v$ , se obtiene el Factor de Ampliación  $K_t$  mediante la siguiente tabla:

$C_v$	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.388	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.906	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189

Tabla 1 Factores de Ampliación  $K_t$ , Fuente: Mapa para el Cálculo de Máxima Precipitaciones Diarias en la España Peninsular"

A continuación se realiza el producto del Factor de ampliación por el valor medio  $P$ , obteniendo el valor de Precipitación total diaria  $P_d$ .

$$P_d = 65 \cdot 1,793 = 116,54 \text{ mm/h}$$

- $K_A$ : Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

Formula. 5 Factor reductor de la precipitación

Siendo el área de la superficie considerada  $1,125 \times 10^{-3} \text{ Km}^2$ ,  $K_A = 1$

$$I_d = 4,85 \text{ mm/h}$$

- $F_{int}$ : Factor de intensidad. Se tomara el máximo valor de los obtenidos a continuación
  - $F_a$ : Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad,  $(I_1/I_d)$ .

$$F_a = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 \cdot t_c^{0,1}}$$

Formula. 6 Factor de intensidad



El índice de torrencialidad, expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica a partir del siguiente mapa (Fig 6).

Dando el valor de 9 para el caso de Sestao (Bizkaia).

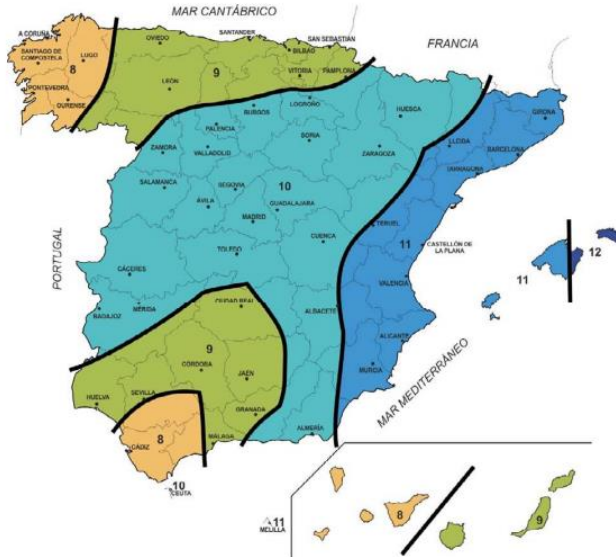
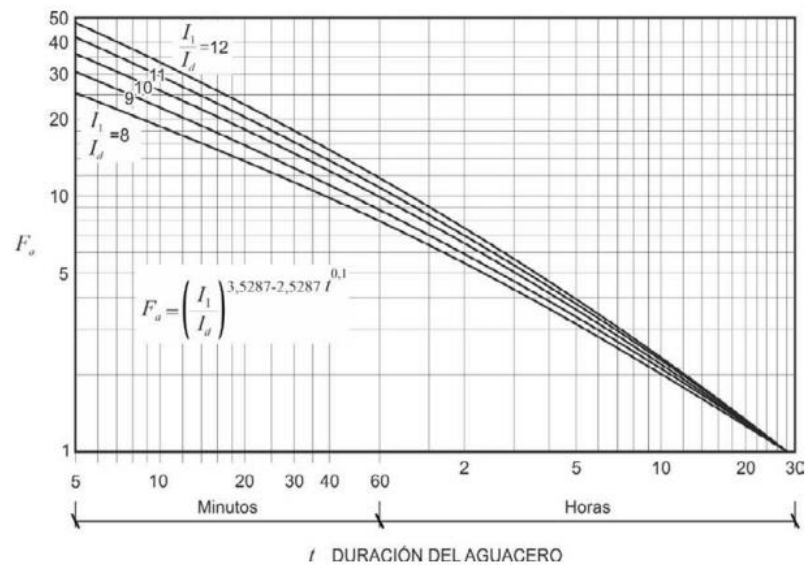


Fig. 6 Índice de Torrencialidad  $I_1/I_a$ . Fuente: Norma 5.2- IC Drenaje Superficial

A continuación, conociendo el valor del tiempo de concentración obtenemos el factor  $F_a$  mediante el siguiente gráfico, resultando ser:

$$F_a = 30,61$$



Gráfica 1 Factor  $F_a$ . Fuente: Norma 5.2- IC Drenaje Superficial



- $F_b$ : Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

En este caso, no se encuentra un pluviógrafo cerca, por lo que  $F_{int} = F_a = 30,61$

Con todos estos datos se obtiene:

$$I(T, t_c) = 4,85 \cdot 30,61 = 148,47 \text{ mm/h}$$

### 3.2.4 Coeficiente de escorrentía, C

El coeficiente de escorrentía C, define la parte de la precipitación de intensidad I ( T, t<sub>c</sub>), que genera el caudal de avenida en el punto de desagüe de la cuenca.

El coeficiente de escorrentía C, se obtiene mediante la siguiente formula:

$$\begin{aligned}
 &\text{Si } P_d \cdot K_A > P_0 && C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_0} + 11\right)^2} \\
 &\text{Si } P_d \cdot K_A \leq P_0 && C = 0
 \end{aligned}$$

Formula. 7 Factor de escorrentía

Donde:

- $P_d$  (mm): Precipitación diaria que obtiene el valor del periodo de retorno.

$$P_d = 116,54 \text{ mm/día.}$$

- $K_A$ : Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca.

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1$$

Siendo el área de la superficie considerada es  $1,1 \text{ Km}^2$ ,  $K_A = 1$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

- $P_0$  (mm): Umbral de escorrentía. Representa la precipitación mínima que debe caer sobre la cuenca para que se inicie la generación de escorrentía. Se determina a partir de:

$$P_0 = P_0^i \cdot \beta$$

Formula. 8. Umbral de escorrentía

- $P_0^i$ : Valor inicial de escorrentía. Se determina a partir de la tabla reflejada en la Tabla 2

Código	Uso de suelo	Práctica de cultivo	Pendiente (%)	Grupo de suelo			
				A	B	C	D
14200	Instalaciones deportivas y recreativas			79	32	18	13
14210	Campos de golf			79	32	18	13
14220	Resto de instalaciones deportivas y recreativas			53	23	14	10
21100	Tierras de labor en secano (cereales)	R	≥ 3	29	17	10	8

Tabla 2 Valor inicial de escorrentía  $P_0^i$  Fuente: Norma 5.2- IC Drenaje Superficial

La zona de estudio se trata del grupo hidrológico B, por lo tanto al ser el uso del suelo destinado a una instalación deportiva, el valor inicial de escorrentía será:

$$P_0^i = 32 \text{ mm}$$

- $\beta$ : Coeficiente corrector de umbral de escorrentía.  
La formulación del método racional requiere una calibración, que se introduce en el método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía.

La calibración se lleva a cabo mediante el valor del coeficiente corrector a partir de los datos de la Fig. 7.



Fig. 7 Regiones consideradas para la caracterización del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Fuente: Norma 5.2- IC Drenaje Superficial

Región	Valor medio, $\beta_m$	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno $T$ (años), $F_T$				
		50% $\Delta_{50}$	67% $\Delta_{67}$	90% $\Delta_{90}$	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37

Tabla 3 Coeficiente corrector del umbral de escorrentía: Valores correspondientes a las calibraciones regionales. Fuente: Norma 5.2- IC Drenaje Superficial

Teniendo en cuenta la localización del pabellón y el periodo de retorno se obtienen dos datos de la Tabla anterior:

- La localidad de Sestao, se encuentra en la región nº13. Por tanto el valor del coeficiente corrector es,  $\beta_m = 0,60$ .
- Periodo de retorno: 25 años.  $F_T = 1,15$

El coeficiente corrector del umbral de escorrentía resulta de la multiplicación de los dos números:  $\beta = 0,60 \cdot 1,15 = 0,69$

Con estos valores se determina el valor del Umbral de escorrentía:

$$P_o = 0,69 \cdot 32 = 22,08 \text{ mm}$$

Como está señalado al inicio de este apartado 3.2.4, hay que comparar el producto de precipitación diaria  $P_d$  por el factor reductor de la precipitación  $K_A$  con el valor del Umbral de escorrentía:

$$P_d \cdot K_A = 116,54 \text{ mm/h} > P_o = 22,08$$

Se trata de este caso:

$$\text{Si } P_d \cdot K_A > P_o \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_o} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_o} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_o} + 11\right)^2}$$

*Formula. 9 Coeficiente de escorrentía*

Se obtiene un valor de Coeficiente de escorrentía de: **C= 0,456**

### 3.2.5 Área de la cuenca o superficie considerada, A.

La superficie considerada: **A= 1.125 m<sup>2</sup>**

### 3.2.6 Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación K<sub>t</sub>

El coeficiente  $K_t$  tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación; se obtendrá a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

*Formula. 10 Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación*

Dónde:

- $t_c$  (horas): Tiempo de concentración (0,083 h)

Sustituyendo en la *fórmula 7*, se obtiene un valor de **K<sub>t</sub> = 1**

Una vez conocido todos los valores de la *Formula 1*, se sustituye obteniendo el caudal máximo anual:

$$Q_T = \frac{148,47 \cdot 0,456 \cdot 1,125 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{3,6} = 0,0211 \text{ m}^3/\text{s} \approx 21,1 \text{ L/s}$$

### 3.3 DRENAJE LONGITUDINAL

La red de recogida de aguas pluviales se llevará a cabo mediante drenaje longitudinal, concretamente por una canalización lateral al pabellón, la cual además de recoger el agua de lluvia la conduce hasta su desagüe en el río Galindo situado a un lateral del pabellón.

Se dispondrá de una canalización por el borde frontal del pabellón, alargándolo hasta llegar al borde del muro donde se desaguara al río, de. Ver Plano 16.

El sistema de drenaje elegido es un canal parabólico especial para aparcamiento en calle compuesto por hormigón polímero, con pendiente 0,5%. Es muy duradero, totalmente reciclable y con una instalación bastante sencilla para cualquier situación.



Fig. 8 Modelo de canal parabólico. Fuente: ULMA

Este tipo de canalización se puede complementar colocando una rejilla en la parte superior para facilitar el mantenimiento y limpieza de la red, así como el paso de vehículos por encima. La rejilla puede ser de diferentes materiales, de fundición nervada o de acero galvanizado.

A continuación se comprueba si el canal es válido para soportar el caudal máximo anual, anteriormente calculado, a través de su capacidad hidráulica.

#### 3.3.1 Diseño hidráulico

Las propiedades geométricas de la canalización parabólica son:

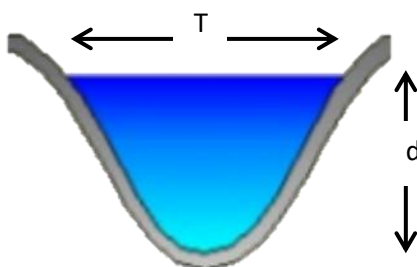


Fig. 9 Canalización parabólica

$$A = \frac{2}{3} \cdot T \cdot d$$
$$P = T + \frac{8d^2}{3T}$$
$$T = \frac{3A}{2d}$$

Siendo el T el ancho superficial y d la profundidad.

Se parte de unas dimensiones estipuladas de T y d, para este caso serán 200 y 250 mm respectivamente. Con estos datos se sustituyen en las formulas anteriores y se obtiene el área y el perímetro de la canalización.

- Área de la sección =  $0,03 \text{ m}^2$
- Perímetro de la sección =  $0,983 \text{ m}$

Por último, se verifica que la capacidad de la estructura sea mayor que el caudal máximo, para ello se utiliza la ecuación de Manning asumiendo que es un flujo uniforme, *Fórmula 8*.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

*Formula. 11 Manning*

Dónde:

- $n(\text{sm}^{-1/3})$  coeficiente de rugosidad, dependiendo del material con el que se revista la red de drenaje, en este caso será de concreto sin pulir de hormigón ( $0,014 \text{ sm}^{-1/3}$ )
- A ( $\text{m}^2$ ): área.
- R (m): Radio hidráulico, la relación entre el área y el perímetro:  $R_h = 0,03 \text{ m}$
- S: pendiente de la plataforma (2%)

Sustituyendo:  $Q = 0,02925 \text{ m}^3/\text{s} \approx 29,25 \text{ L/s}$

Este valor se compara con el caudal máximo obtenido anteriormente y se observa que es superior, por lo que la canalización propuesta es capaz de recoger y transportar el agua pluvial sin problema.

### 3.3.2 Velocidad de agua

La velocidad del agua debe estar entre  $0,5 \text{ m/s}$  y  $6 \text{ m/s}$ .

$$V_P = \frac{Q_P}{S_P} < V_{MAX}$$

*Formula. 12 Velocidad media del agua*

Siendo  $Q_p = 0,02925 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $S_p$  el área de la sección transversal ocupada por la corriente para el caudal de proyecto,  $0,03\text{m}^2$ ; por lo tanto la velocidad a la que circulara el agua es  $0,975 \text{ m/s}$ .

Por lo tanto el canal de drenaje propuesto es apto para drenar el agua pluvial en la zona de aparcamiento.

## 4. EQUIPAMIENTO

El número de aparcamientos se ha distribuido de la forma más homogénea posible aprovechando las circunstancias de la parcela donde se construirá. Cuenta con 21 plazas, siendo una de ellas exclusiva para personas con movilidad reducida. *Figura 10.*

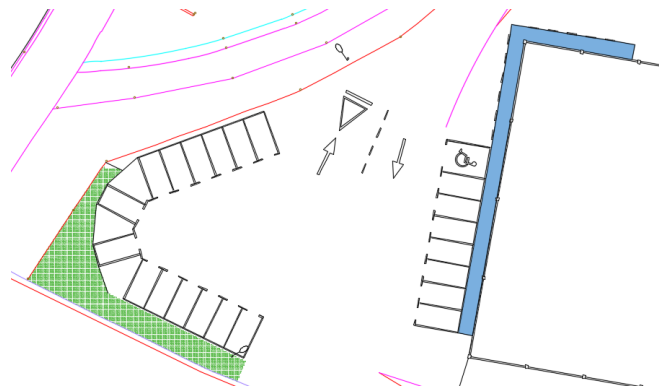


Fig. 10 Croquis Aparcamiento

Siguiendo a las Ordenanzas Publicas del Ayuntamiento de Sestao, las plazas para turismo tendrán unas dimensiones de 4,50 x 2,20 metros y de 4,50 x 3,20 para la plaza de discapacitados. Estarán delimitadas mediante marcas viales blancas reglamentarias.

El tramo para la circulación de personas o acera tendrá un ancho de 2 m desde su inicio en la puerta principal hasta el lado opuesto del pabellón donde solo está permitido la parada de vehículos especiales para carga y descarga. El suelo de este tramo será el mismo que el del parking.

En la zona próxima a la acera, sombreada en azul en la figura anterior, se dispondrán topes como en la *Figura 11* para evitar que los vehículos invadan la zona de circulación de personas.



Fig. 11 Topes separativos

Por otro lado, en el borde de la ría se dispondrá un jardín de ancho 2,5 m para evitar la caída de vehículos a la ría como existe actualmente.

Por el perímetro de la parcela se reestablecerá la valla existente.



Fig. 12 Vista jardín y valla

#### 4.1 MARCAS VIALES

Según la *Norma 8.2 – IC Marcas Viales*, se debe seguir unas dimensiones establecidas para ejecutar el pintado de las marcas viales en el pavimento del aparcamiento a estudio.

Las marcas viales presentes son: Ceda el paso, flechas direccionales, líneas discontinuas y líneas de limitación de parcela. A continuación se muestran las medidas de cada una:

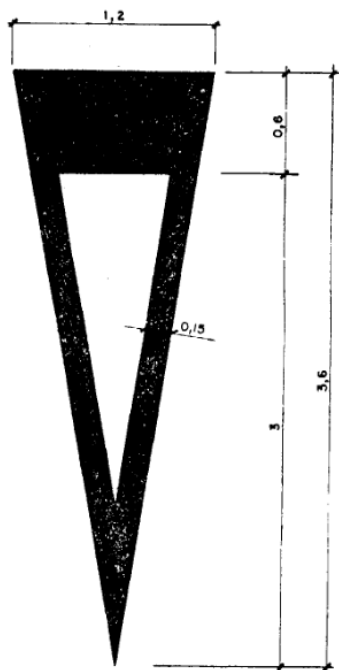


Fig. 13 Dimensiones marca Ceda el Paso

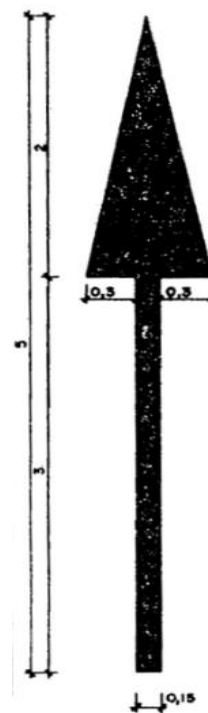


Fig. 14 Dimensiones marca Flecha direccional



M-4.2 LÍNEA DE CEDA EL PASO

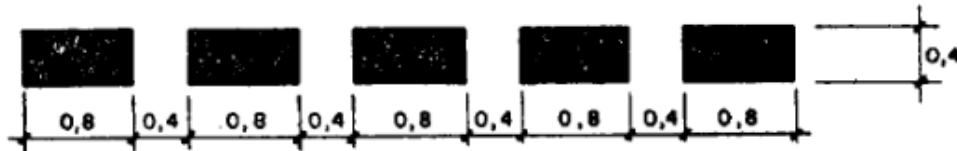


Fig. 15 Dimensiones marca Líneas de Ceda el Paso

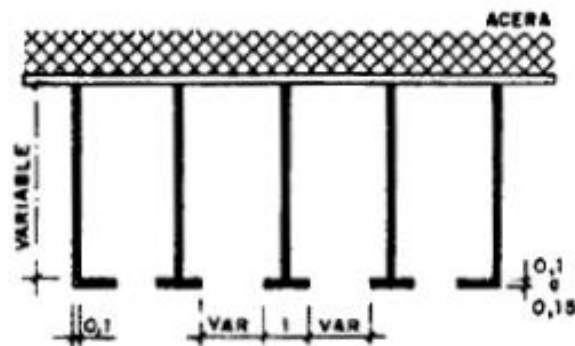


Fig. 16 Dimensiones marcas para delimitaciones de plazas de estacionamiento

#### 4.2 ILUMINACION

El actual perímetro de la parcela cuenta con farolas que iluminan directamente el aparcamiento, estas se mantendrán para el actual proyecto.

## 5. BIBLIOGRAFIA

### Firmes:

- Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco:  
<http://www.carreteros.org>

### Drenaje:

- Máximas lluvias diarias en España peninsular  
[http://www.carreteros.org/normativa/drenaje/otros/pdfs/max\\_lluvias\\_esp.pdf](http://www.carreteros.org/normativa/drenaje/otros/pdfs/max_lluvias_esp.pdf)
- Norma 5.2- IC Drenaje Superficial  
[https://www.fomento.gob.es/recursos\\_mfom/ordenfom\\_298\\_2016.pdf](https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/ordenfom_298_2016.pdf)
- Tipo de canalización para aparcamiento <http://www.ulmaarchitectural.com>

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 8 – MOVIMIENTO DE TIERRAS***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. TRABAJOS PREVIOS .....	1
3. EXCAVACIÓN.....	1
3.1 VOLUMEN EXCAVADO .....	2
3.2 MEJORA DEL TERRENO .....	2
4. VERTEDERO.....	2
5. BIBLIOGRAFIA.....	3

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Volumen de tierra excavado. ....	2
--	---

## 1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como objeto definir las acciones a realizar sobre el terreno para el acondicionamiento del mismo. Es una zona prácticamente llana por lo que los movimientos de tierra no serán excesivos para nivelar el terreno.

No se tendrá en cuenta la retirada del pabellón actual quedando esa acción a cargo de otro proyecto independiente. Por lo tanto, se partirá de una supuesta superficie libre de obstáculos y limpia. Esta superficie proporcionada tendrá una profundidad aproximadamente de 1,5 metros de altura, que corresponde con el espacio ocupado por las zapatas existentes y el hormigón de limpieza.

Se trata de un área aproximada de 731 m<sup>2</sup>.

## 2. TRABAJOS PREVIOS

En el lateral izquierdo del pabellón existe una zona ajardinada ocupada por hierbajos y dos árboles. Por lo que la primera acción a realizar consiste en el desbroce de la zona con 25 cm de espesor para retirar la capa vegetal existente.

Esta se almacenará en algún lugar seguro, ya que al final de la obra existe la posibilidad de su aprovechamiento para la revegetación de las zonas ajardinadas planteadas, siempre y cuando la tierra extraída sea apta; en caso contrario se trasladará a vertedero.

## 3. EXCAVACIÓN

Una vez realizadas las tareas de desbroce, es necesario realizar una excavación más amplia de la superficie proporcionada, para generar el espacio de la nueva cimentación.

También se profundizará, puesto que al tratarse de un suelo compuesto por rellenos antrópicos y una cimentación superficial, es necesario aplicar una mejora del terreno. Esta mejora se hará a través de un relleno controlado y de buena calidad; siendo un metro, el espesor recomendado para mejorar el asentamiento de las zapatas sobre el terreno.

Por ello se excavará hasta llegar a una profundidad de 4 metros.

Según el estudio geológico del *Anejo 2: Geología y Geotecnia*, los rellenos antrópicos están presentes en los primeros 5 metros desde la superficie, este dato se puede observar en el plano adjunto de dicho anejo.

### 3.1 VOLUMEN EXCAVADO

En este apartado se detalla el volumen de tierra excavado y necesario para la colocación de la nueva cimentación.

	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
Tierra vegetal	182,72
Tierra excavada	5.109,32
<b>TOTAL</b>	<b>5.292,04</b>

Tabla 1 Volumen de tierra excavado.

### 3.2 MEJORA DEL TERRENO

Una vez llegado una profundidad de 4 metros es necesario colocar la nueva capa de relleno controlado y de buena calidad con un espesor de 1 metro. Esta capa se trata del terreno mejorado y compactado para mejorar el comportamiento del terreno frente a las cargas transmitidas de la nave.

Puesto que no hay forma de conocer en un primer momento la calidad y la correcta puesta en obra del nuevo material, se recomiendan a continuación algunos aspectos a cumplir:

- El material empleado será granular, el contenido de arcilla no será excesivo y estará totalmente exento de elementos agresivos, como pueden ser; sales, materia orgánica o yesos. Deberá ser un material seleccionado recogido en el PG-3 de carreteras.
- Una vez seleccionado el material se deberán definir sus características a través del ensayo Proctor.
- La puesta en obra del nuevo relleno se llevará a cabo mediante tongadas de 30 cm de espesor, compactadas según el ensayo Proctor de referencia. Se deberá ir comprobando en la puesta en obra la compactación obtenida de cada capa a través de la densidad y humedad.

Una vez terminado el proceso de relleno, se recomienda comprobar la compactación mediante ensayos de penetración, como mínimo en varios puntos de la zona de cimentación.

Si se cumplen las recomendaciones expuestas, se puede asumir una tensión admisible de 2,00 kg/cm<sup>2</sup> y unos asientos no superiores a 25 mm

## 4. VERTEDERO

El vertedero más cercano según la lista suministrada por el Gobierno Vasco de vertederos autorizados para recibir residuos inertes de construcción es el denominado Bº Orconera (Ortuella) a 9 km de la zona de actuación



## 5. BIBLIOGRAFIA

Como mejorar el terreno Rellenos antrópicos

<https://cuadernodegeotecnia.wordpress.com/2009/06/25/recomendaciones-geotecnicas-para-cimentaciones-sobre-rellenos-controlados/>

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 9 – ACCESIBILIDAD***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD .....	1
2.1	CONDICIONES FUNCIONALES.....	1
2.1.1	Accesibilidad en el exterior del edificio.....	1
2.1.2	Accesibilidad en las plantas del edificio .....	1
2.2	DOTACION DE ELEMENTOS ACCESIBLES.....	1
2.2.1	Plazas de aparcamiento accesibles.....	1
2.2.2	Servicios higiénicos accesibles.....	1
3.1	CARACTERISTICAS.....	3
4.1	ASCENSOR ACCESIBLE.....	4
4.2	ILUMINANCIA, E.....	4
4.3	ILUMINANCIA, L.....	4
4.4	MECANISMOS ACCESIBLES.....	4
4.5	ITINERARIO ACCESIBLE.....	5
4.6	NIVEL DE PROTECCIÓN .....	5
4.7	PLAZA DE APARCAMIENTO ACCESIBLE .....	5
4.8	SERVICIOS HIGIÉNICOS ACCESIBLES .....	6

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Señalización de elementos accesibles en función de su localización. Fuente: Tabla 2.1 DB SUA .....	2
Tabla 2 Dimensiones a cumplir de la cabina del ascensor. Fuente DB SUA .....	4
Tabla 3. Características del itinerario accesible. Fuente CTE DB SUA .....	5
Tabla 4 Características de los servicios higiénicos accesibles. Fuente CTE DB SUA .....	6
Tabla 5 Características del equipamiento de aseos accesibles. Fuente CTE DB SUA .....	7

## 1. INTRODUCCIÓN

Este anejo sirve para definir las características técnicas que debe cumplir las instalaciones de la nave para facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

De esta manera las personas con movilidad reducida pueden hacer uso de las estancias sin problema alguno.

La normativa de aplicación en este ámbito es CTE DB SUA, concretamente la sección 9 referida a Accesibilidad, donde se establecen las reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad (SUA).

## 2. CONDICIONES DE ACCESIBILIDAD

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.

### 2.1 CONDICIONES FUNCIONALES

#### 2.1.1 Accesibilidad en el exterior del edificio

La parcela dispondrá al menos de un itinerario accesible que comunique una entrada principal al edificio con la vía pública y con las zonas comunes exteriores, tales como aparcamientos exteriores propios del edificio, jardines, zonas deportivas...etc.

#### 2.1.2 Accesibilidad en las plantas del edificio

Los edificios de otros usos dispondrán de un itinerario accesible que comunique, en cada planta, el acceso accesible a ella (entrada principal accesible al edificio, ascensor accesible, rampa accesible) con las zonas de uso público, con todo origen de evacuación de las zonas de uso privado exceptuando las zonas de ocupación nula, y con los elementos accesibles, tales como plazas de aparcamiento accesibles, servicios higiénicos accesibles, plazas reservadas en salones de actos y en zonas de espera con asientos fijos, alojamientos accesibles, puntos de atención accesibles, etc.

### 2.2 DOTACION DE ELEMENTOS ACCESIBLES

#### 2.2.1 Plazas de aparcamiento accesibles

En los edificios cuyo uso es No Residencial que contengan aparcamiento propio con superficie construida superior a 100m<sup>2</sup> contará con las siguientes plazas de aparcamiento accesible:

- Uso de Pública Concurrencia, una plaza accesible por cada 33 plazas de aparcamiento o fracción.

#### 2.2.2 Servicios higiénicos accesibles

Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos:

- Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.
- En cada vestuario, una cabina de vestuario accesible, un aseo accesible y una ducha accesible por cada 10 unidades o fracción de los instalados. En el caso de que el vestuario no esté distribuido en cabinas individuales, se dispondrá al menos una cabina accesible.
- Mobiliario fijo
  - o El mobiliario fijo de zonas de atención al público incluirá al menos un punto de atención accesible. Como alternativa a lo anterior, se podrá disponer un punto de llamada accesible para recibir asistencia.
- Mecanismos
  - o Los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma serán mecanismos accesibles.

### 3. CONDICIONES Y CARACTERISTICAS DE LA INFORMACION Y SEÑALIZACION PARA LA ACCESIBILIDAD

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura de los edificios:

**Tabla 2.1 Señalización de elementos accesibles en función de su localización<sup>1</sup>**

<b>Elementos accesibles</b>	<b>En zonas de uso privado</b>	<b>En zonas de uso público</b>
Entradas al edificio accesibles	Cuando existan varias entradas al edificio	En todo caso
<i>Itinerarios accesibles</i>	Cuando existan varios recorridos alternativos	En todo caso
<i>Ascensores accesibles,</i>		En todo caso
Plazas reservadas		En todo caso
Zonas dotadas con bucle magnético u otros sistemas adaptados para personas con discapacidad auditiva		En todo caso
<i>Plazas de aparcamiento accesibles</i>	En todo caso, excepto en uso <i>Residencial Vivienda</i> las vinculadas a un residente	En todo caso
<i>Servicios higiénicos accesibles (aseo accesible, ducha accesible, cabina de vestuario accesible)</i>	---	En todo caso
Servicios higiénicos de <i>uso general</i>	---	En todo caso
<i>Itinerario accesible</i> que comunique la vía pública con los <i>puntos de llamada accesibles</i> o, en su ausencia, con los <i>puntos de atención accesibles</i>	---	En todo caso

Tabla 1 Señalización de elementos accesibles en función de su localización. Fuente: Tabla 2.1 DB SUA

### 3.1 CARACTERÍSTICAS

Las diferentes estancias del edificio deben cumplir una serie de características para facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura:

- Las entradas al edificio accesibles, los itinerarios accesibles, las plazas de aparcamiento accesibles y los servicios higiénicos accesibles (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalarán mediante SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad), complementado, en su caso, con flecha direccional.
- Los ascensores accesibles se señalarán mediante SIA, también contarán con indicación en Braille y arábigo en alto relieve a una altura entre 0,80 y 1,20 m, del número de planta en la jamba derecha en sentido salida de la cabina.
- Los servicios higiénicos de uso general se señalarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.
- Las bandas señalizadoras visuales y táctiles serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura  $3\pm 1$  mm en interiores y  $5\pm 1$  mm en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalar el itinerario accesible hasta un punto de llamada accesible o hasta un punto de atención accesible, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.
- Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002.

## 4. TERMINOLOGIA

### 4.1 ASCENSOR ACCESIBLE

Ascensor que cumple la norma UNE EN 81-70:2004 relativa a la “Accesibilidad a los ascensores de personas, incluyendo personas con discapacidad”, así como las condiciones que se establecen a continuación:

- La botonera incluye caracteres en Braille y en alto relieve, contrastados cromáticamente. En grupos de varios ascensores, el ascensor accesible tiene llamada individual / propia.
- Las dimensiones de la cabina cumplen las condiciones de la tabla que se establece a continuación, en función del tipo de edificio:

	Dimensiones mínimas, anchura x profundidad (m)	
	En edificios de uso Residencial Vivienda	
	sin viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas	con viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas
	En otros edificios, con superficie útil en plantas distintas a las de acceso	
	$\leq 1.000 \text{ m}^2$	$> 1.000 \text{ m}^2$
- Con una puerta o con dos puertas enfrentadas	1,00 x 1,25	1,10 x 1,40
- Con dos puertas en ángulo	1,40 x 1,40	1,40 x 1,40

Tabla 2 Dimensiones a cumplir de la cabina del ascensor. Fuente DB SUA

### 4.2 ILUMINANCIA, E

Flujo luminoso por unidad de área de la superficie iluminada. En el sistema de unidades SI, la unidad de iluminancia es el lux (lx), que es la iluminancia de una superficie que recibe un flujo luminoso de un lumen repartido sobre un  $\text{m}^2$  de superficie.

### 4.3 ILUMINANCIA, L

Luminancia L en un punto de una superficie en una dirección dada es el cociente de la intensidad luminosa de un elemento de esa superficie por el área de la proyección ortogonal de dicho elemento sobre un plano perpendicular a dicha dirección dada. L se mide en  $\text{cd}/\text{m}^2$ .

### 4.4 MECANISMOS ACCESIBLES

Son los que cumplen las siguientes características:

- Están situados a una altura comprendida entre 80 y 120 cm cuando se trate de elementos de mando y control, y entre 40 y 120 cm cuando sean tomas de corriente o de señal.
- La distancia a encuentros en rincón es de 35 cm, como mínimo.
- Los interruptores y los pulsadores de alarma son de fácil accionamiento mediante puño cerrado, codo y con una mano, o bien de tipo automático.
- Tienen contraste cromático respecto del entorno.
- No se admiten interruptores de giro y palanca.



- No se admite iluminación con temporización en cabinas de aseos accesibles y vestuarios accesibles.

#### 4.5 ITINERARIO ACCESIBLE

Itinerario que, considerando su utilización en ambos sentidos, cumple las condiciones que se establecen a continuación:

- Desniveles	- Los desniveles se salvan mediante rampa accesible conforme al apartado 4 del SUA 1, o <i>ascensor accesible</i> . No se admiten escalones
- Espacio para giro	- Diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos en el vestíbulo de entrada, o portal, al fondo de pasillos de más de 10 m y frente a <i>ascensores accesibles</i> o al espacio dejado en previsión para ellos
- Pasillos y pasos	- Anchura libre de paso $\geq 1,20$ m. En zonas comunes de edificios de <i>uso Residencial Vivienda</i> se admite 1,10 m - Estrechamientos puntuales de anchura $\geq 1,00$ m, de longitud $\leq 0,50$ m, y con separación $\geq 0,65$ m a huecos de paso o a cambios de dirección
- Puertas	- Anchura libre de paso $\geq 0,80$ m medida en el marco y aportada por no más de una hoja. En el ángulo de máxima apertura de la puerta, la anchura libre de paso reducida por el grosor de la hoja de la puerta debe ser $\geq 0,78$ m - Mecanismos de apertura y cierre situados a una altura entre 0,80 - 1,20 m, de funcionamiento a presión o palanca y maniobrables con una sola mano, o son automáticos - En ambas caras de las puertas existe un espacio horizontal libre del barrido de las hojas de diámetro Ø 1,20 m - Distancia desde el mecanismo de apertura hasta el encuentro en rincón $\geq 0,30$ m - Fuerza de apertura de las puertas de salida $\leq 25$ N ( $\leq 65$ N cuando sean resistentes al fuego)
- Pavimento	- No contiene piezas ni elementos sueltos, tales como gravas o arenas. Los felpudos y moquetas están encastrados o fijados al suelo - Para permitir la circulación y arrastre de elementos pesados, sillas de ruedas, etc., los suelos son resistentes a la deformación
- Pendiente	- La pendiente en sentido de la marcha es $\leq 4\%$ , o cumple las condiciones de rampa accesible, y la pendiente transversal al sentido de la marcha es $\leq 2\%$

Tabla 3. Características del itinerario accesible. Fuente CTE DB SUA

#### 4.6 NIVEL DE PROTECCIÓN

Término de clasificación de los sistemas externos de protección contra el rayo en función de su eficacia.

#### 4.7 PLAZA DE APARCAMIENTO ACCESIBLE

Es la que cumple las siguientes condiciones:

- Está situada próxima al acceso peatonal al aparcamiento y comunicada con él mediante un itinerario accesible.
- Dispone de un espacio anejo de aproximación y transferencia, lateral de anchura  $\geq 1,20$  m si la plaza es en batería, pudiendo compartirse por dos plazas contiguas, y trasero de longitud  $\geq 3,00$  m si la plaza es en línea.

#### 4.8 SERVICIOS HIGIÉNICOS ACCESIBLES

Los servicios higiénicos accesibles, tales como aseos accesibles o vestuarios con elementos accesibles, son los que cumplen las condiciones que se establecen a continuación:

- Aseo accesible	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Está comunicado con un <i>itinerario accesible</i></li> <li>- Espacio para giro de diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos</li> <li>- Puertas que cumplen las condiciones del <i>itinerario accesible</i>. Son abatibles hacia el exterior o correderas</li> <li>- Dispone de barras de apoyo, mecanismos y accesorios diferenciados cromáticamente del entorno</li> </ul>
- Vestuario con elementos accesibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Está comunicado con un <i>itinerario accesible</i></li> <li>- Espacio de circulación                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- En baterías de lavabos, duchas, vestuarios, espacios de taquillas, etc., anchura libre de paso <math>\geq 1,20</math> m</li> <li>- Espacio para giro de diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos</li> <li>- Puertas que cumplen las características del <i>itinerario accesible</i>. Las puertas de cabinas de vestuario, aseos y duchas accesibles son abatibles hacia el exterior o correderas</li> </ul> </li> <li>- Aseos accesibles                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplen las condiciones de los aseos accesibles</li> </ul> </li> <li>- Duchas accesibles, vestuarios accesibles                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensiones de la plaza de usuarios de silla de ruedas 0,80 x 1,20 m</li> <li>- Si es un recinto cerrado, espacio para giro de diámetro Ø 1,50 m libre de obstáculos</li> <li>- Dispone de barras de apoyo, mecanismos, accesorios y asientos de apoyo diferenciados cromáticamente del entorno</li> </ul> </li> </ul>

Tabla 4 Características de los servicios higiénicos accesible. Fuente CTE DB SUA

El equipamiento de aseos accesibles y vestuarios con elementos accesibles cumple las condiciones que se establecen a continuación:

- Aparatos sanitarios accesibles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lavabo                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacio libre inferior mínimo de 70 (altura) x 50 (profundidad) cm. Sin pedestal</li> <li>- Altura de la cara superior <math>\leq 85</math> cm</li> </ul> </li> <li>- Inodoro                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacio de transferencia lateral de anchura <math>\geq 80</math> cm y <math>\geq 75</math> cm de fondo hasta el borde frontal del inodoro. En <i>uso público</i>, espacio de transferencia a ambos lados</li> <li>- Altura del asiento entre 45 – 50 cm</li> </ul> </li> <li>- Ducha                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Espacio de transferencia lateral de anchura <math>\geq 80</math> cm al lado del asiento</li> <li>- Suelo enrasado con pendiente de evacuación <math>\leq 2\%</math></li> </ul> </li> <li>- Urinario                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando haya más de 5 unidades, altura del borde entre 30-40 cm al menos en una unidad</li> </ul> </li> </ul>
- Barras de apoyo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fáciles de asir, sección circular de diámetro 30-40 mm. Separadas del paramento 45-55 mm</li> <li>- Fijación y soporte soportan una fuerza de 1 kN en cualquier dirección</li> <li>- Barras horizontales                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se sitúan a una altura entre 70-75 cm</li> <li>- De longitud <math>\geq 70</math> cm</li> <li>- Son abatibles las del lado de la transferencia</li> </ul> </li> <li>- En inodoros                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una barra horizontal a cada lado, separadas entre sí 65 – 70 cm</li> </ul> </li> <li>- En duchas                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- En el lado del asiento, barras de apoyo horizontal de forma perimetral en al menos dos paredes que formen esquina y una barra vertical en la pared a 60 cm de la esquina o del respaldo del asiento</li> </ul> </li> </ul>

- Mecanismos y accesorios	- Mecanismos de descarga a presión o palanca, con pulsadores de gran superficie - Grifería automática dotada de un sistema de detección de presencia o manual de tipo monomando con palanca alargada de tipo gerontológico. Alcance horizontal desde asiento $\leq 60$ cm - Espejo, altura del borde inferior del espejo $\leq 0,90$ m, o es orientable hasta al menos $10^\circ$ sobre la vertical - Altura de uso de mecanismos y accesorios entre 0,70 – 1,20 m
- Asientos de apoyo en duchas y vestuarios	- Dispondrán de asiento de 40 (profundidad) x 40 (anchura) x 45-50 cm (altura), abatible y con respaldo - Espacio de transferencia lateral $\geq 80$ cm a un lado

Tabla 5 Características del equipamiento de aseos accesibles. Fuente CTE DB SUA

## 5. DISEÑO ESPACIOS HIGIENICOS

La nave contará en cada planta con dos baños para cada sexo, con una cabina especial para personas de movilidad reducida siguiendo las indicaciones anteriormente nombradas, equipadas con lavabo e inodoro.

Por otro lado, contará con un único vestuario e independiente, adaptado a las condiciones de accesibilidad, con lavabo, espejo, inodoro y una ducha con barra y asiento. Dispondrá de puerta corredera y los tiradores serán verticales. Este espacio debe tener unas dimensiones mínimas de 200 x 200 cm.

Todas las zonas húmedas poseen un espacio de giro de 150 cm para permitir la movilidad de una silla de ruedas en caso de su utilización.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Normativa : CTE DB SUA
- Espacios higienicos: [http://jofel.com/media/pdf/nuevasdescargas/Guia\\_JOFEL.pdf](http://jofel.com/media/pdf/nuevasdescargas/Guia_JOFEL.pdf)

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 10 – ABASTECIMIENTO***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	EXIGENCIAS DE LA INSTALACIÓN .....	1
2.1	GARANTIZAR LA CALIDAD DEL AGUA .....	1
2.2	PROTEGER LA INSTALACION CONTRA RETORNOS .....	1
2.3	CONDICIONES MINIMAS DE SUMINISTRO .....	2
2.4	MANTENIMIENTO.....	2
2.5	AHORRO DE AGUA.....	2
3.	DISEÑO .....	3
3.1	SEPARACIONES RESPECTO A OTRAS INSTALACIONES .....	4
3.2	SEÑALIZACIÓN .....	4
4.	DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN .....	5
4.1	COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN .....	6
5.	DIMENSIONADO INSTALACIÓN EXTERIOR.....	6
5.1	ACOMETIDA.....	6
5.2	CONTADOR.....	7
5.3	TUBO DE ALIMENTACION .....	8
6.	DIMENSIONADO INSTALACIÓN INTERIOR .....	8
6.1	ESQUEMA DE LA RED DE SANEAMIENTO.....	9
6.2	CONDICIONES MINIMAS DE SUMINISTRO .....	15
6.3	RAMALES DE ENLACE .....	16
6.4	INSTALACIONES PARTICULARES .....	16
6.5	INSTALACION DE ACS.....	17
6.5.1	Redes de retorno .....	17
6.5.2	Aislamiento térmico.....	18
6.5.3	Producción de ACS .....	18
6.5.4	Bomba de circulación.....	19



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Caudal Instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. Fuente Tabla 2.1 CTE DB HS 4 ..2	
Tabla 2 Calculo hidráulico de la acometida. Fuente CYPE MEP 2017d. ....7	7
Tabla 3 Dimensiones del armario y de la cámara para el contador general. Fuente Tabla 4.1 CTE DB HS 4.....7	7
Tabla 4 Calculo hidráulico de los tubos de alimentación. Fuente: CYPE MEP 2017d. ....8	8
Tabla 5 Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo. Fuente: CYPE MEP .....15	15
Tabla 6 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos. Fuente: CYPE MEP .....16	16
Tabla 7 Diámetros mínimos de alimentación. Fuente CYPE MEP.....16	16
Tabla 8 Calculo hidráulico de las instalaciones particulares. Fuente CYPE MEP .....17	17
Tabla 9 Relación entre el diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS .....18	18
Tabla 10 Calculo hidráulico de los equipos de producción de ACS. Fuente CYPE MEP .....18	18
Tabla 11 Calculo hidráulico de las bombas de circulación. Fuente CYPE MEP .....19	19

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo consiste en especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de suministro de agua para el nuevo centro deportivo así como justificar el cumplimiento del CTE DB HS-4 para su buen funcionamiento. La distribución de agua procederá de la red de abastecimiento de Sestao, que asegura la potabilidad del agua.

La instalación de suministro de agua incluye red de agua fría y red de agua caliente sanitaria (ACS) para todos los espacios húmedos existentes. Se puede ver con detalle en los Planos 19 y 20.

El cálculo y dimensionamiento de la red de abastecimiento está realizado a través del programa informático CYPE MEP v2017d, clasificando el edificio como Edificio de locales comerciales y oficinas (número de oficinas: 1).

## 2. EXIGENCIAS DE LA INSTALACIÓN

Los materiales utilizados en la red de suministro de agua deben cumplir las exigencias del Código Técnico, destacan: garantizar la calidad del agua, proteger la instalación contra retornos, condiciones mínimas de suministro, mantenimiento y ahorro de agua.

### 2.1 GARANTIZAR LA CALIDAD DEL AGUA

Los materiales utilizados, no deben producir sustancias nocivas, ni su salubridad. Deben ser resistentes a la corrosión interior y temperatura de hasta 40°C, en algunos casos pueden necesitar revestimiento o sistemas de protección para cumplir con las características exigidas.

En general la instalación debe cumplir con la legislación sobre el agua para el consumo humano, sobre todo para impedir el desarrollo de gérmenes patógenos. En el caso de las instalaciones de ACS, hay que tratar de evitar la legionela, por ello se calienta el agua inicialmente a una temperatura de 70°C.

Se debe proteger la instalación contra retornos, para evitar la inversión del flujo y así garantizar unas condiciones mínimas de suministro a todos los aparatos y equipos permitiendo un correcto servicio.

### 2.2 PROTEGER LA INSTALACION CONTRA RETORNOS

El sistema antirretorno trata de evitar la inversión del sentido del flujo y hay que colocarlos necesariamente después de los contadores, en la base de los tramos verticales, previo a los equipos de tratamiento y aparatos de refrigeración o climatización, y en los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos.

Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado, de modo que se sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

### 2.3 CONDICIONES MINIMAS DE SUMINISTRO

La instalación debe garantizar los siguientes caudales mínimos a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico:

**Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato**

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinaros con grifo temporizado	0,15	-
Urinaros con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

*Tabla 1 Caudal Instantáneo mínimo para cada tipo de aparato. Fuente Tabla 2.1 CTE DB HS 4*

En cualquier punto de consumo no se debe superar los 500 kPa (50 m.c.a) de presión, además se debe garantizar una mínima de 100kPa (10 m.c.a) para grifos comunes y 150 kPa (15 m.c.a) para fluxores y calentadores.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C

### 2.4 MANTENIMIENTO

Los elementos y equipos de la instalación (grupos de presión, tratamiento de agua o contadores) deben instalarse en locales de dimensiones suficientes para poder realizar su mantenimiento de forma adecuada.

Las redes de tuberías si es posible deberían ser accesibles para el mantenimiento y reparación, encontrándose a la vista, o en huecos o patinillos registrables.

### 2.5 AHORRO DE AGUA

Debe disponerse un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable.

Los grifos y cisternas deben estar dotados de dispositivos de ahorro de agua.

En las redes de ACS debe disponerse una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

### 3. DISEÑO

El esquema de instalación de suministro de agua es semejante a la red de contador general único, está compuesto de acometida, armario o arqueta contador, tubo de alimentación y montantes.

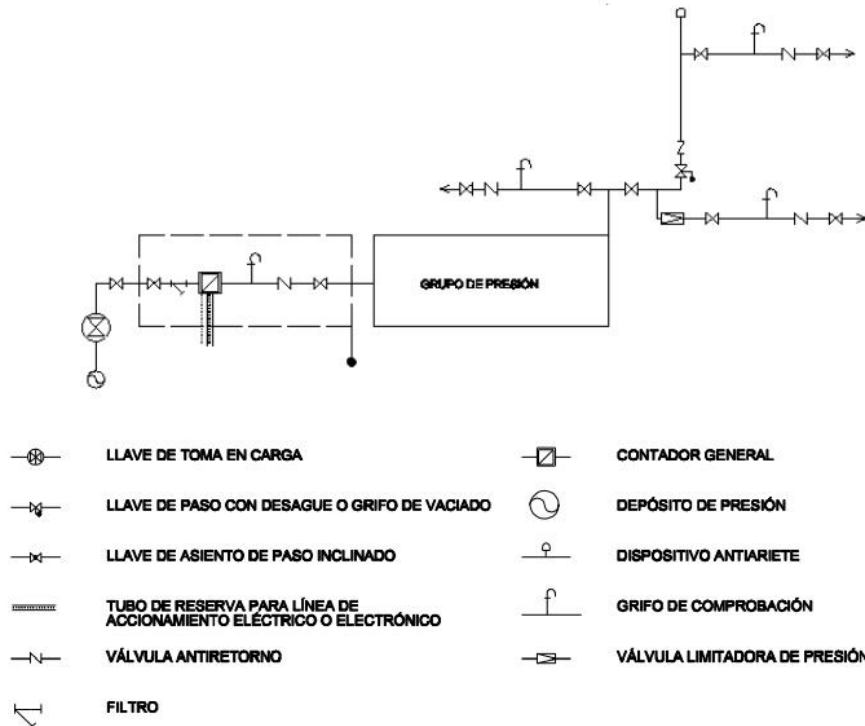


Fig. 1 Esquema de la red con contador general. Fuente CTE DB HS 4

La acometida debe disponer como mínimo de una llave de toma (2) sobre la tubería de distribución (1), un tubo (3) que enlace la llave de toma con la llave de corte general (5) y una llave de corte (4) en el exterior de la propiedad.

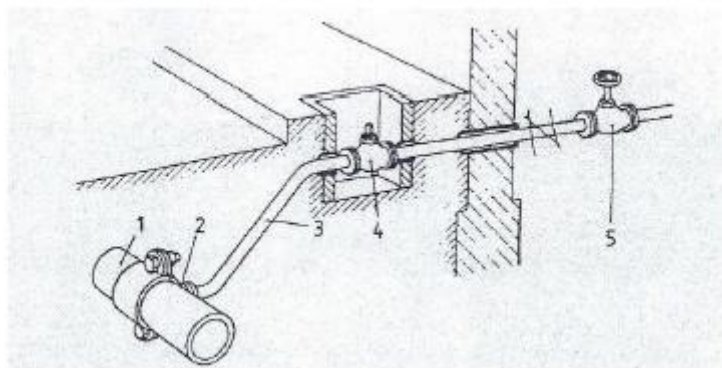


Fig. 2 Esquema de la acometida

El armario o arqueta contador debe contener:

- Llave de corte general (1) que sirve para interrumpir el suministro al edificio, situada en el interior o accesible desde una zona común.
- El filtro de instalación general (2) para retener los posibles residuos que puedan dar lugar a corrosiones. Está instalado tras la llave de corte general, dentro de la arqueta o armario contador. Su ubicación debe permitir realizar su limpieza y mantenimiento sin cortar el suministro.
- El contador general (3) con preinstalación de lectura a distancia.
- Un grifo de prueba (4)
- Una válvula de retención (5) para evitar que se invierta el sentido del flujo
- Una llave de salida (6)

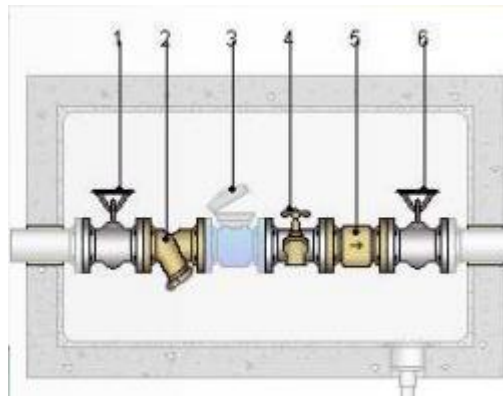


Fig. 3 Esquema de arqueta o armario contador

### 3.1 SEPARACIONES RESPECTO A OTRAS INSTALACIONES

El trazado de la instalación debe separar la red de los focos de calor, para ello las canalizaciones de ACS y calefacción estarán separadas 4 cm como mínimo y así van en el mismo plano, la del agua fría estará por debajo.

Las conducciones irán siempre por debajo de canalizaciones o elementos eléctricos o electrónicos siendo la distancia mínima entre ellos de 30 cm.

Respecto a la instalación de gas, la distancia mínima será de 3 cm

### 3.2 SEÑALIZACIÓN

Las tuberías para consumo humano se señalan con diferentes colores:

- Agua fría: Color azul
- Agua caliente (ACS): color verde oscuro

Cuando el agua no es apta para su consumo debe estar adecuadamente señalada en las tuberías, grifos y puntos terminales correspondientes.

## 4. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN

El cálculo de la red de distribución, comienza con un predimensionamiento del trazado más desfavorable, obteniendo unos diámetros previos, que serán comprobados con las pérdidas de carga obtenida a partir de la siguiente formulación:

El tramo más desfavorable es aquel con mayor pérdida de presión, tanto por rozamiento como por altura geométrica.

$$\lambda = 0,25 \left[ \log \left( \frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$

*Formula. 1 Factor de fricción*

Siendo:

- $\varepsilon$ : Rugosidad absoluta
- D: Diámetro [mm]
- Re: Número de Reynolds

$$J = f(\text{Re}, \varepsilon_r) \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

*Formula. 2 Pérdidas de carga*

Siendo:

- Re: Número de Reynolds
- $\varepsilon_r$ : Rugosidad relativa
- L: Longitud [m]
- D: Diámetro
- v: Velocidad [m/s]
- g: Aceleración de la gravedad [m/s<sup>2</sup>]

A continuación, se establecen los coeficientes de simultaneidad de cada tramo con un criterio adecuado. Es de suponer que todos los aparatos no se encuentran funcionando simultáneamente, con lo cual hay que definir unos coeficientes de simultaneidad para no sobredimensionar en exceso la instalación.

Según la UNE 149201, para edificios de oficinas:

- Con  $Q_t > 20$  l/s

$$Q_e = 0,4 \times (Q_t)^{0,54} + 0,48 \text{ (l/s)}$$

- Con  $Q_t \leq 20$  l/s, depende de los caudales instantáneos mínimos
  - o  $Q_{\min} < 0,5$  l/s

$$Q_e = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14 \text{ (l/s)}$$

- $Q_{\min} \geq 0,5 \text{ l/s}$  y  $Q_t > 1 \text{ l/s}$

$$Q_c = 1,7 \times (Q_t)^{0,21} - 0,7 \text{ (l/s)}$$

Siendo:

Qc: Caudal simultáneo

Qt: Caudal bruto

El caudal de cálculo de cada tramo es el producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad establecido.

La velocidad de cálculo de cada tramo dependerá del material de la tubería, siendo entre 0,5 y 2,00 m/s para tuberías metálicas y entre 0,50 y 3,50 m/s para tuberías termoplásticas y multicapas.

#### 4.1 COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN

Se debe comprobar que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado "2.3 Condiciones mínimas de suministro" y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado. Para ello:

Se debe determinar la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman entre un 20% y un 30% de la longitud real del tramo.

Además de comprobar la suficiencia de la presión, es decir, comprobar si las pérdidas son sensiblemente iguales a la presión disponible descontando la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. Si fuese inferior, es necesario colocar un grupo de bombeo.

## 5. DIMENSIONADO INSTALACIÓN EXTERIOR

En este apartado se exponen las condiciones y características que debe cumplir cada elemento de la instalación exterior generados por el programa informático CYPE MEP, versión 2017d.

### 5.1 ACOMETIDA

La ubicación de la red de suministro de agua ha sido proporcionada por el Ayuntamiento de Sestao a falta de actualizar, (Plano 18). El punto de toma de la acometida se une a la red que transcurre por la Avda. Altos Hornos para abastecer también una fuente dispuesta en el bidegorri que discurre por dicha avenida.

La instalación general del edificio, continúa en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 50 mm de diámetro



exterior, PN=10 atm y 3 mm de espesor, colocada sobre cama o lecho de arena de 15 cm de espesor.

La acometida cuenta con una llave de toma en carga colocada sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red. También cuenta con una llave de corte de esfera de 1 1/2" de diámetro con mando de cuadrado colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 40x40x40 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.

Las dimensiones y características de la tubería de polietileno PE 100, PN= 10 atm de la acometida son:

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L <sub>r</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q (m <sup>3</sup> /h)	h (m.c.a.)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)	P <sub>sal</sub> (m.c.a.)
1-2	0.59	0.71	84.96	0.11	9.67	0.30	44.00	50.00	1.77	0.05	39.50	39.15
Abreviaturas utilizadas												
L <sub>r</sub>	Longitud medida sobre planos						D <sub>int</sub>	Diámetro interior				
L <sub>t</sub>	Longitud total de cálculo (L <sub>r</sub> + L <sub>eq</sub> )						D <sub>com</sub>	Diámetro comercial				
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q <sub>b</sub> x K)						P <sub>ent</sub>	Presión de entrada				
h	Desnivel						P <sub>sal</sub>	Presión de salida				

Tabla 2 Calculo hidráulico de la acometida. Fuente CYPE MEP 2017d.

## 5.2 CONTADOR

El pabellón contará con un contador general único alojado en un armario o arqueta, las dimensiones de esta viene establecido por la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Dimensiones del armario y de la cámara para el contador general											
Dimensiones en mm	Diámetro nominal del contador en mm										
	Armario					Cámara					
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Largo	600	600	900	900	1300	2100	2100	2200	2500	3000	3000
Ancho	500	500	500	500	600	700	700	800	800	800	800
Alto	200	200	300	300	500	700	700	800	900	1000	1000

Tabla 3 Dimensiones del armario y de la cámara para el contador general. Fuente Tabla 4.1 CTE DB HS 4

El diámetro del contador debe ser igual al diámetro obtenido en el tubo de alimentación, dimensionado en el siguiente apartado.

### 5.3 TUBO DE ALIMENTACION

El tubo de alimentación de agua potable tendrá una longitud de 0,64 m, estará formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro, enterrado y colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

Las dimensiones y características de la tubería de acero galvanizado del tubo de alimentación son:

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	$L_r$ (m)	$L_t$ (m)	$Q_b$ (m <sup>3</sup> /h)	K	Q (m <sup>3</sup> /h)	h (m.c.a.)	$D_{int}$ (mm)	$D_{com}$ (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	$P_{ent}$ (m.c.a.)	$P_{sal}$ (m.c.a.)
2-3	0.64	0.77	84.96	0.11	9.67	-0.30	41.90	40.00	1.95	0.08	35.15	34.87
Abreviaturas utilizadas												
$L_r$	Longitud medida sobre planos						$D_{int}$	Diámetro interior				
$L_t$	Longitud total de cálculo ( $L_r + L_{eq}$ )						$D_{com}$	Diámetro comercial				
$Q_b$	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coeficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ( $Q_b \times K$ )						$P_{ent}$	Presión de entrada				
h	Desnivel						$P_{sal}$	Presión de salida				

Tabla 4 Calculo hidráulico de los tubos de alimentación. Fuente: CYPE MEP 2017d.

Una vez obtenido el diámetro del tubo de alimentación, se adquieren las dimensiones del cuadro de contador: 1300x600x500 mm<sup>3</sup>.

## 6. DIMENSIONADO INSTALACIÓN INTERIOR

Las derivaciones interiores permitirán independizar cada local húmedo, tanto para agua fría como para caliente. De estas derivaciones, partirán ramales hacia los distintos aparatos que dispondrán de una llave de corte individual.

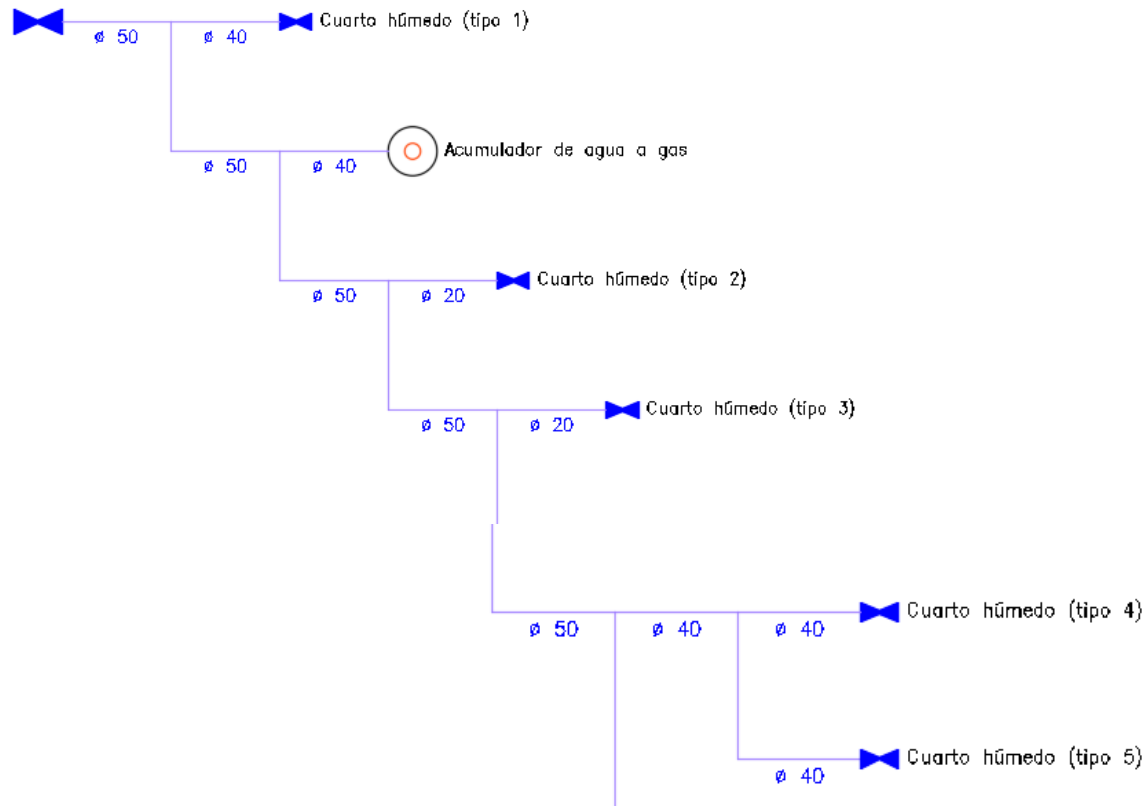
El esquema de la red de suministro interior se muestra a continuación:

## 6.1 ESQUEMA DE LA RED DE SANEAMIENTO






### AGUA FRÍA

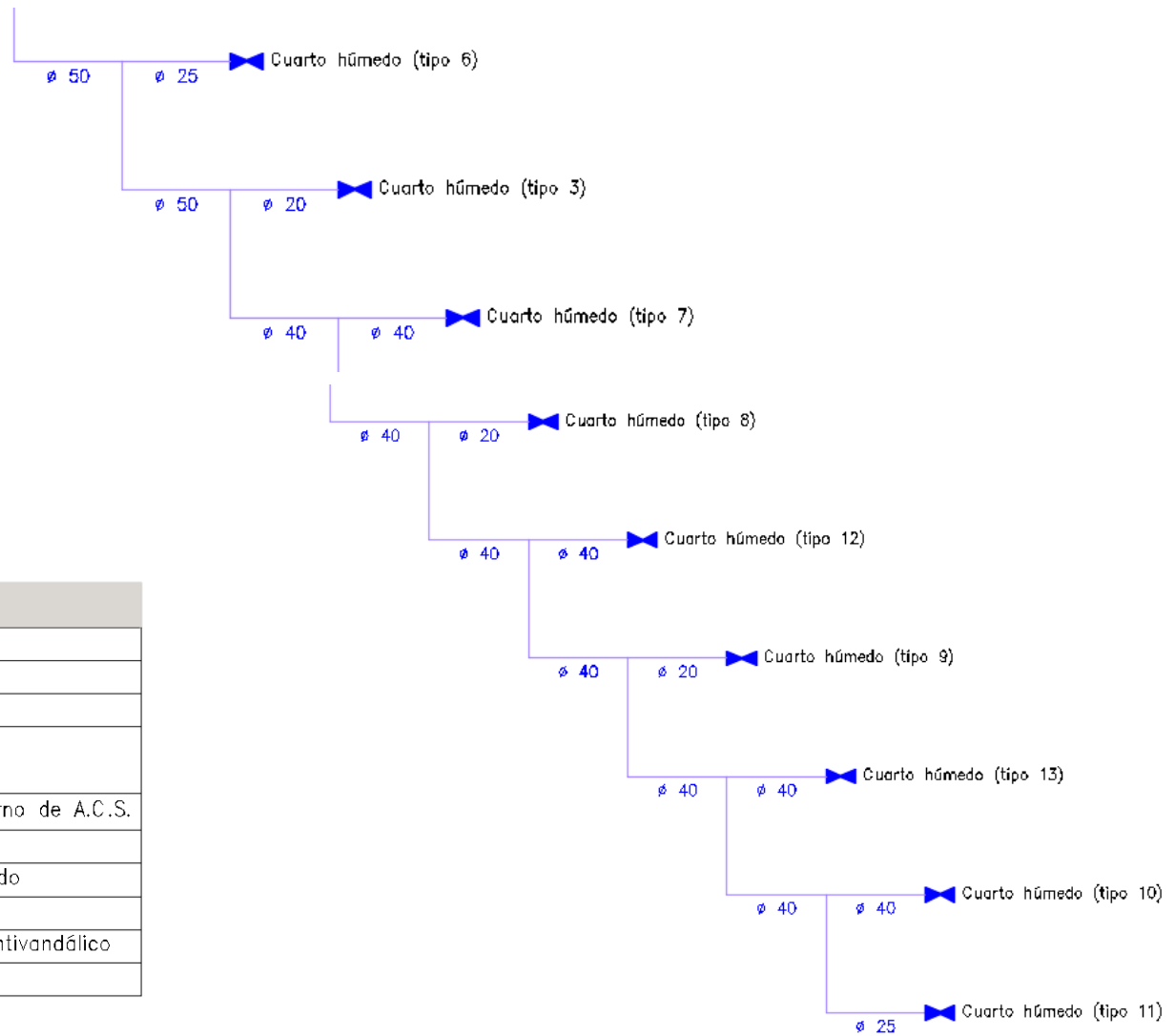
#### Instalación interior (Oficina)

Agua fría








### Simbología

	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Llave de corte
	Producción de A.C.S.
	Punto de conexión del circuito de retorno de A.C.S.
Sf	Inodoro con fluxómetro
Htemp	Lavabo con hidromezclador temporizado
Gg	Grifo en garaje
Hroc	Ducha con rociador hidromezclador antivandálico
Ugt	Urinario con grifo temporizado



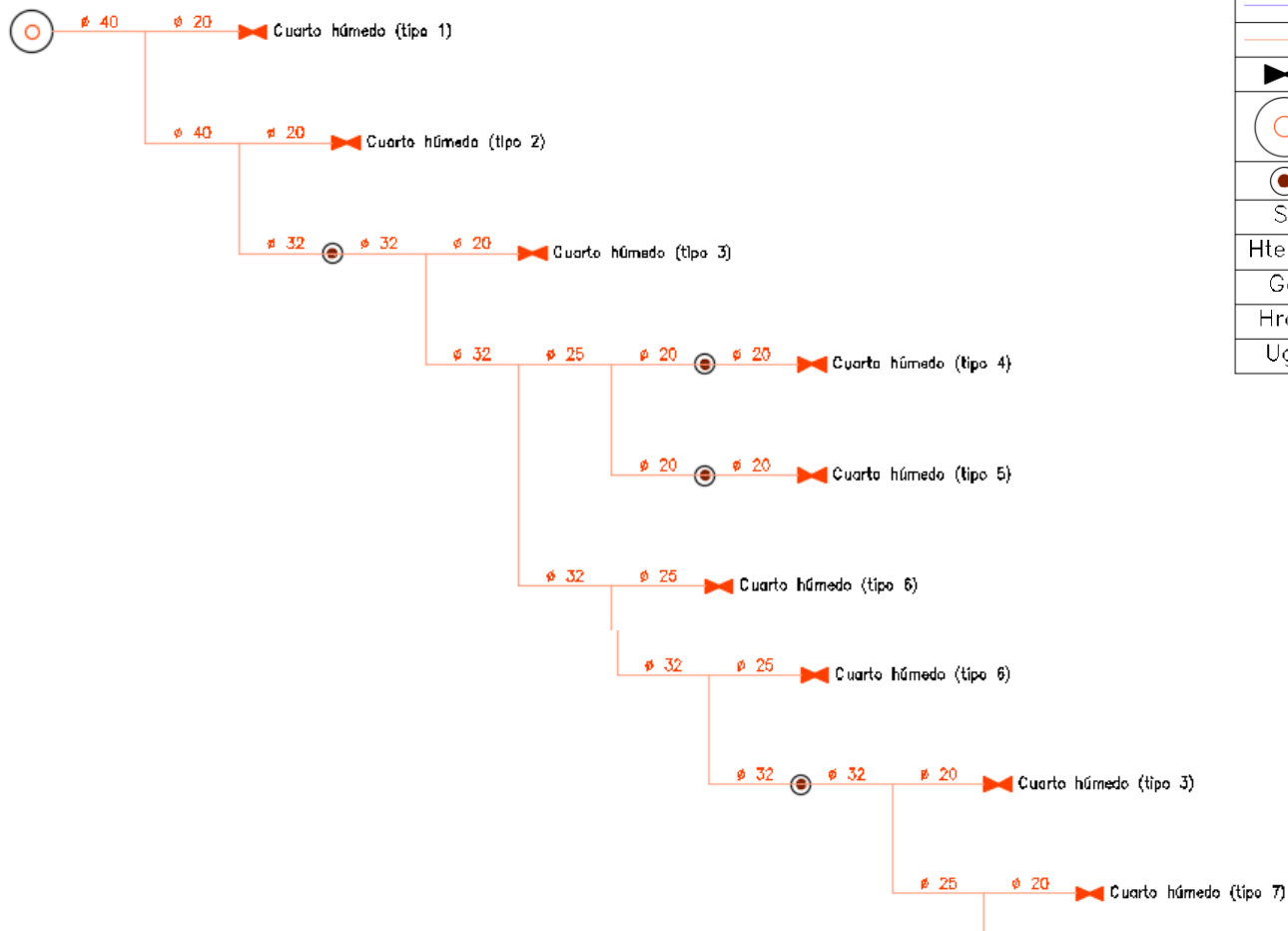
### Simbología

	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Llave de corte
	Producción de A.C.S.
	Punto de conexión del circuito de retorno de A.C.S.
Sf	Inodoro con fluxómetro
Htemp	Lavabo con hidromezclador temporizado
Gg	Grifo en garaje
Hroc	Ducha con rociador hidromezclador antivandálico
Ugt	Urinario con grifo temporizado

AGUA CALIENTE

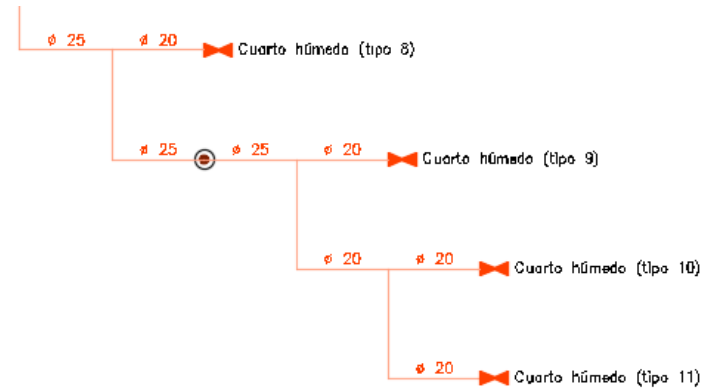
Agua caliente

Acumulador de agua a gas








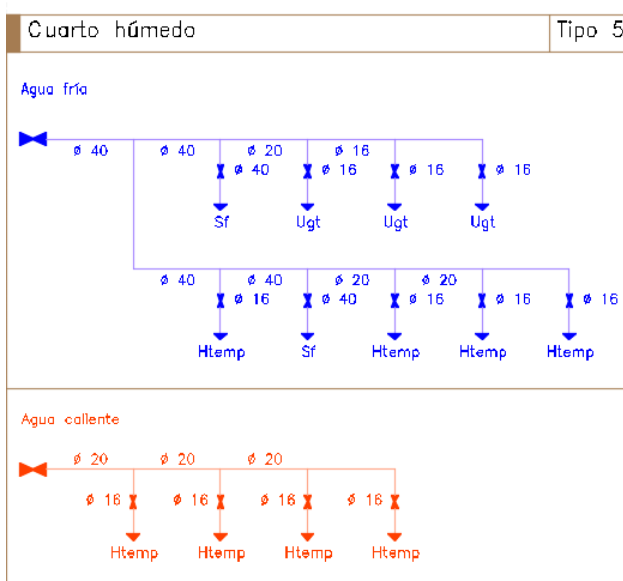
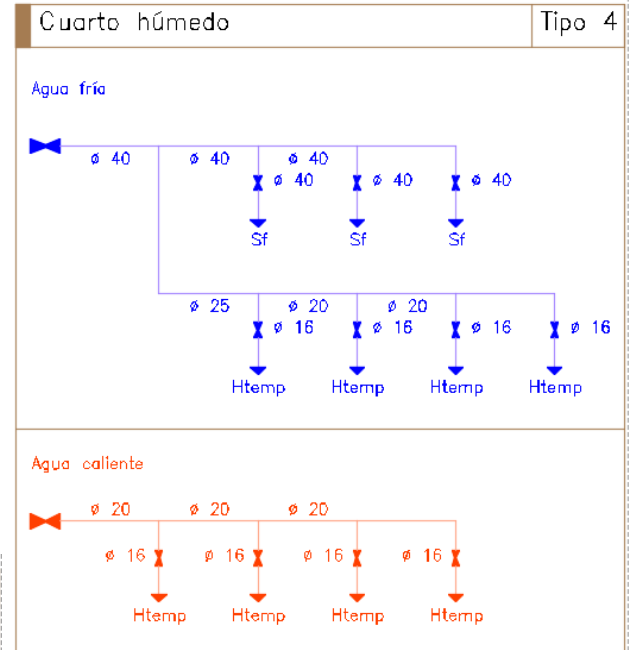
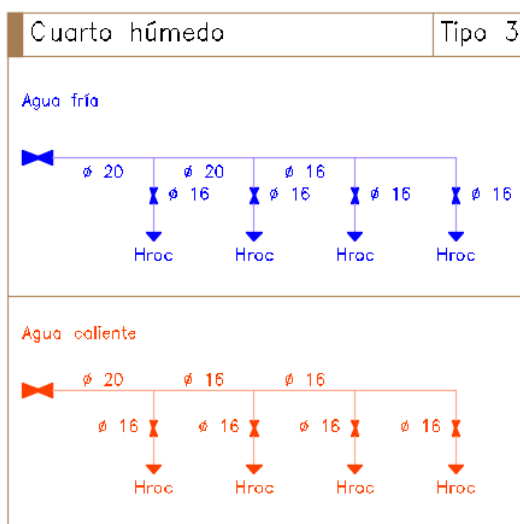
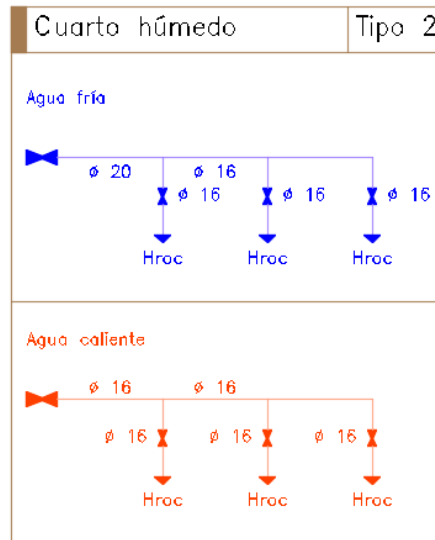
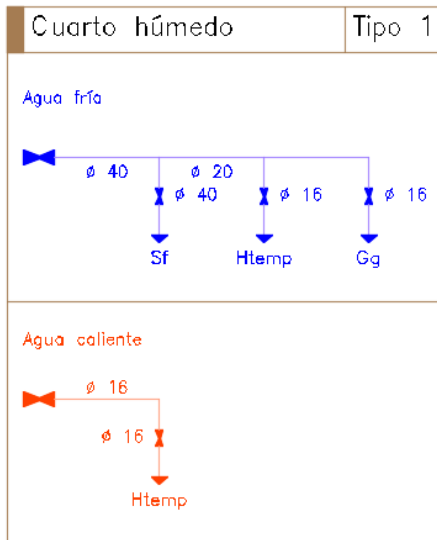
Simbología

	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Llave de corte
	Producción de A.C.S.
	Punto de conexión del circuito de retorno de A.C.S.
Sf	Inodoro con fluxómetro
Htemp	Lavabo con hidromezclador temporizado
Gg	Grifo en garaje
Hroc	Ducha con rociador hidromezclador antivandálico
Ugt	Urinario con grifo temporizado

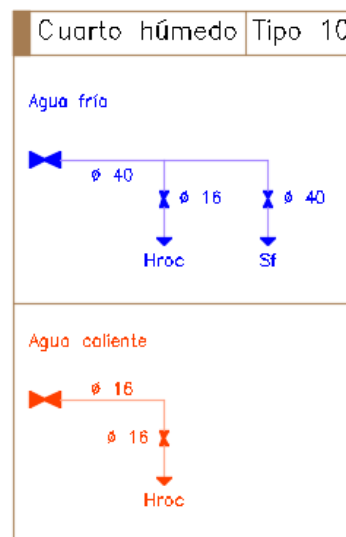
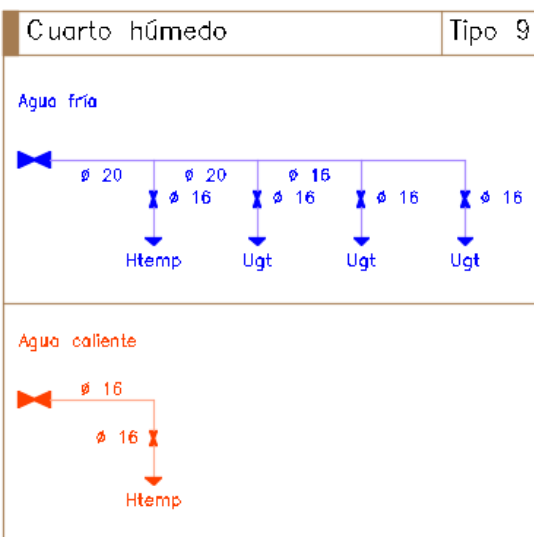
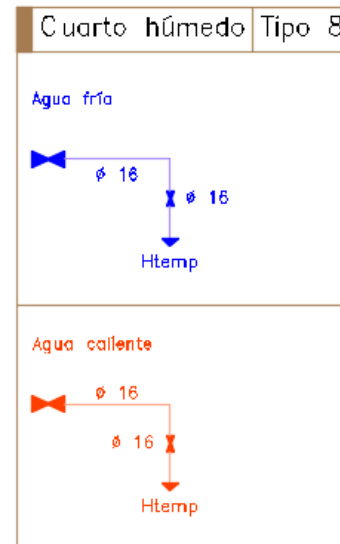
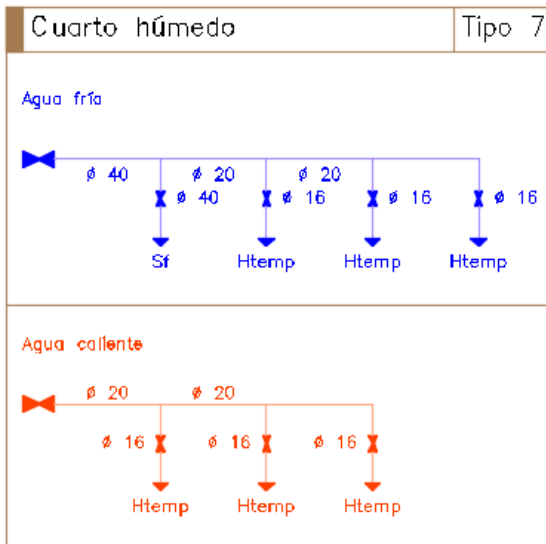
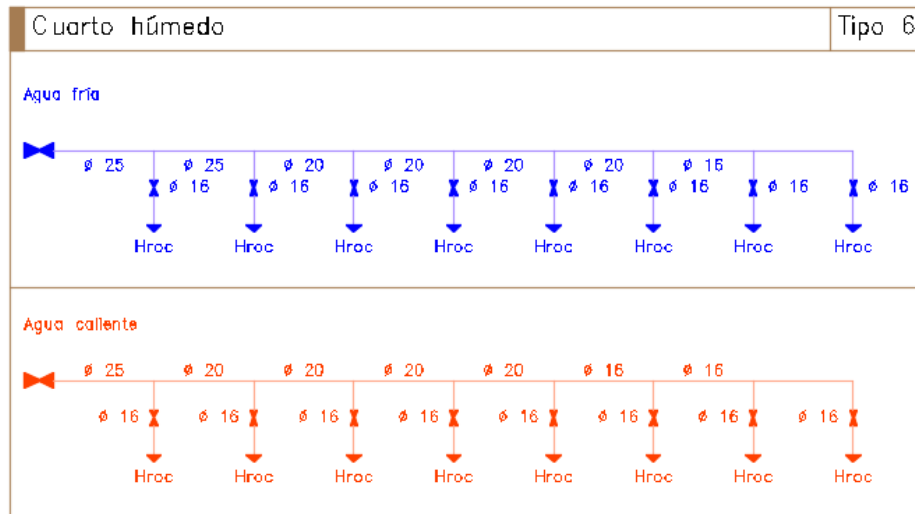


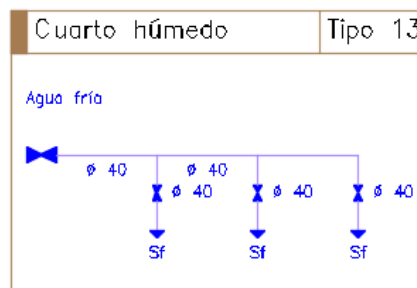
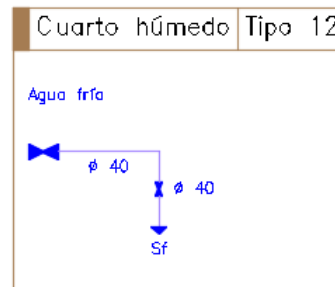
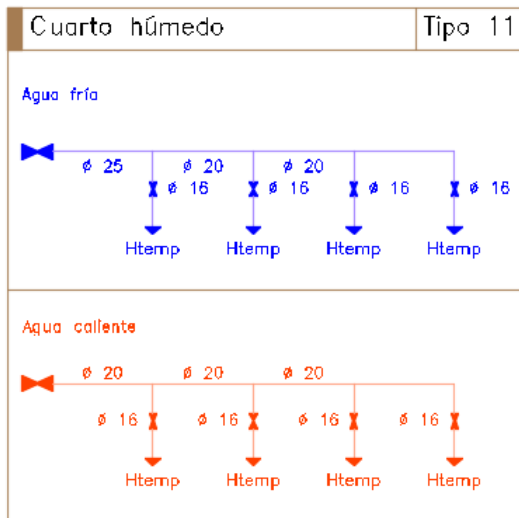
### Simbología

	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Llave de corte
	Producción de A.C.S.
	Punto de conexión del circuito de retorno de A.C.S.
Sf	Inodoro con fluxómetro
Htemp	Lavabo con hidromezclador temporizado
Gg	Grifo en garaje
Hroc	Ducha con rociador hidromezclador antivandálico
Ugt	Urinario con grifo temporizado









## 6.2 CONDICIONES MINIMAS DE SUMINISTRO

El nivel de confort asignado al pabellón es de nivel medio, por lo que deberán cumplir con unos valores estándar de presión y velocidad en los distintos puntos de la red.

En la siguiente tabla aparecen las condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo:

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	$Q_{\min}$ AF (m <sup>3</sup> /h)	$Q_{\min}$ A.C.S. (m <sup>3</sup> /h)	$P_{\min}$ (m.c.a.)
Inodoro con fluxómetro	4.50	-	15
Lavabo con hidromezclador temporizado	0.90	0.720	15
Ducha con rociador hidromezclador antivandálico	0.54	0.432	12
Urinario con grifo temporizado	0.54	-	15
Grifo en garaje	0.72	-	12
Abreviaturas utilizadas			
$Q_{\min}$ AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría		$P_{\min}$ Presión mínima
$Q_{\min}$ A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

Tabla 5 Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo. Fuente: CYPE MEP

### 6.3 RAMALES DE ENLACE

Al inicio de todos los cuartos húmedos se ha dispuesto una llave de corte para que, si hubiese la necesidad de cortar la red de abastecimiento en un punto, no impida el uso en los demás puntos de consumo del pabellón. Se sitúan tanto en la red de agua fría como en la de ACS.

Según el CTE DB HS- 4, los ramales de enlace a los aparatos se deben dimensionar según una serie de diámetros mínimos.

<b>Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos</b>		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Inodoro con fluxómetro	---	40
Lavabo con hidromezclador temporizado	---	16
Ducha con rociador hidromezclador antivandálico	---	16
Urinario con grifo temporizado	---	16
Grifo en garaje	---	16

Tabla 6 Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos. Fuente: CYPE MEP

<b>Diámetros mínimos de alimentación</b>		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25

Tabla 7 Diámetros mínimos de alimentación. Fuente CYPE MEP

### 6.4 INSTALACIONES PARTICULARES

El dimensionamiento de la instalación particular se realizara del mismo modo que en el explicado en el apartado 5. *Dimensionamiento de la instalación exterior*, con la formulación de factor de fricción, perdidas de carga....

Las tuberías para la instalación interior, serán colocadas superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), para los siguientes diámetros: 16 mm (4.00 m), 20 mm (9.81 m), 25 mm (6.53 m), 32 mm (11.35 m), 40 mm (21.97 m), 50 mm (1.06 m).

Las dimensiones y características de la tubería de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN = 6 atm, son:

<b>Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares</b>													
Tramo	T <sub>tub</sub>	L <sub>r</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q (m <sup>3</sup> /h)	h (m.c.a.)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)	P <sub>sal</sub> (m.c.a.)

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T <sub>tub</sub>	L <sub>r</sub> (m)	L <sub>t</sub> (m)	Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q (m <sup>3</sup> /h)	h (m.c.a.)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P <sub>ent</sub> (m.c.a.)	P <sub>sal</sub> (m.c.a.)
3-4	Instalación interior (F)	0.33	0.40	84.96	0.11	9.67	0.00	40.80	50.00	2.05	0.04	34.87	34.83
4-5	Instalación interior (F)	0.73	0.87	79.56	0.12	9.39	0.00	40.80	50.00	2.00	0.09	34.83	34.73
5-6	Instalación interior (F)	1.38	1.66	21.60	0.23	4.99	1.30	32.60	40.00	1.66	0.16	34.73	33.27
6-7	Instalación interior (C)	1.50	1.80	21.60	0.23	4.99	-1.30	32.60	40.00	1.66	0.18	32.27	33.40
7-8	Instalación interior (C)	19.09	22.90	20.88	0.24	4.91	0.00	32.60	40.00	1.63	2.17	33.40	31.22
8-9	Instalación interior (C)	9.51	11.42	19.58	0.24	4.76	0.00	26.20	32.00	2.45	3.01	31.22	28.21
9-10	Instalación interior (C)	1.84	2.21	17.86	0.25	4.54	0.00	26.20	32.00	2.34	0.53	28.21	27.68
10-11	Instalación interior (C)	6.53	7.83	5.76	0.44	2.53	6.53	20.40	25.00	2.15	2.21	27.68	18.94
11-12	Instalación interior (C)	1.20	1.44	2.88	0.60	1.72	-0.00	16.20	20.00	2.31	0.62	18.94	17.82
12-13	Cuarto húmedo (C)	2.79	3.35	2.88	0.60	1.72	-0.00	16.20	20.00	2.31	1.45	17.82	16.37
13-14	Cuarto húmedo (C)	5.01	6.01	2.16	0.67	1.45	0.47	16.20	20.00	1.95	1.89	16.37	14.01
14-15	Cuarto húmedo (C)	0.81	0.97	1.44	0.78	1.12	0.10	16.20	20.00	1.51	0.19	14.01	13.72
15-16	Puntal (C)	4.00	4.80	0.72	1.00	0.72	-2.89	12.40	16.00	1.66	1.57	13.72	15.04
Abreviaturas utilizadas													
T <sub>tub</sub>	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)					D <sub>int</sub>	Diámetro interior						
L <sub>r</sub>	Longitud medida sobre planos					D <sub>com</sub>	Diámetro comercial						
L <sub>t</sub>	Longitud total de cálculo (L <sub>r</sub> + L <sub>eq</sub> )					v	Velocidad						
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto					J	Pérdida de carga del tramo						
K	Coeficiente de simultaneidad					P <sub>ent</sub>	Presión de entrada						
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q <sub>b</sub> × K)					P <sub>sal</sub>	Presión de salida						
h	Desnivel												
Instalación interior: contadores (Oficina)													
Punto de consumo con mayor caída de presión (Htemp): Lavabo con hidromezclador temporizado													

Tabla 8 Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares. Fuente CYPE MEP

## 6.5 INSTALACION DE ACS

La nave contara con un acumulador a gas natural para el servicio ACS, instalado en el suelo acompañado por una electrobomba centrífuga para bombear el agua caliente sanitaria por toda la instalación.

Para las redes de impulsión o ida de ACS, se ha seguido el mismo método de cálculo que para las redes de agua fría.

### 6.5.1 Redes de retorno

Según el CTE DB HS-4 en las redes de ACS debe disponerse una red de retorno siempre y cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m y así participar en el ahorro de agua.

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se ha estimado que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura será como máximo de 3°C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

El caudal de retorno se estima siguiendo reglas empíricas:

- Se considera que circula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16mm.
- Los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla.

Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.	
Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 <sup>1/4</sup>	1100
1 <sup>1/2</sup>	1800
2	3300

Tabla 9 Relación entre el diámetro de tubería y caudal recirculado de ACS

### 6.5.2 Aislamiento térmico

El cálculo del espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, deberá realizarse de acuerdo a lo indicado en el *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios* (RITE) y sus *Instrucciones Técnicas complementarias* (ITE).

### 6.5.3 Producción de ACS

Para la suministro de ACS se propone un acumulador a gas natural para el servicio de A.C.S., de suelo, cámara de combustión abierta y tiro natural.

Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Q <sub>cal</sub> (m <sup>3</sup> /h)
ACS	Acumulador a gas natural para el servicio de A.C.S., de suelo, cámara de combustión abierta y tiro natural, capacidad 280 l, potencia 14,9 kW, de 1681 mm de altura y 635 mm de diámetro.	4.99
Abreviaturas utilizadas		
Q <sub>cal</sub>	Caudal de cálculo	

Tabla 10 Calculo hidráulico de los equipos de producción de ACS. Fuente CYPE MEP

#### 6.5.4 Bomba de circulación

Junto al acumulador de agua se instalara una electrobomba centrífuga para impulsar el agua por toda la instalación.

<b>Cálculo hidráulico de las bombas de circulación</b>			
Ref	Descripción	Q <sub>cal</sub> (m <sup>3</sup> /h)	P <sub>cal</sub> (m.c.a.)
ACS	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW	1.34	0.78
Abreviaturas utilizadas			
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación	P <sub>cal</sub>	Presión de cálculo
Q <sub>cal</sub>	Caudal de cálculo		

Tabla 11 Calculo hidráulico de las bombas de circulación. Fuente CYPE MEP

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 11 – SANEAMIENTO***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019



Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	EXIGENCIAS DE LA INSTALACIÓN .....	1
3.	SISTEMA DE SANEAMIENTO .....	1
3.1	ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACION .....	2
3.1.1	Cierre hidráulico .....	2
3.1.2	Red de pequeña evacuación.....	2
3.1.3	Bajantes.....	3
3.1.4	Canalones .....	3
3.1.5	Colectores.....	4
3.1.6	Elementos de conexión .....	4
4.	CALCULOS .....	5
4.1	RED DE EVACUACIÓN DE AGUA RESIDUAL .....	5
4.1.1	Red de pequeña evacuación.....	5
4.1.2	Ramales colectores .....	6
4.1.3	Bajantes.....	6
4.1.4	Colectores horizontales.....	7
4.1.5	Acometida .....	7
4.2	RED DE EVACUACIÓN DE AGUA PLUVIAL.....	8
4.2.1	Canalones .....	8
4.2.2	Bajantes.....	9
4.2.3	Colector .....	9
4.2.4	Colectores mixtos .....	10
	En este caso es necesario aplicar el factor de corrección “f” .....	10
4.2.5	Acometida a la red general .....	10
4.3	DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO.....	10
4.3.1	Caudal.....	10
5.	DIMENSIONADO.....	12
5.1	RED DE AGUAS RESIDUALES.....	12
5.1.1	Acometida 1.....	12
5.1.2	Acometida 2.....	15
5.2	RED DE AGUAS PLUVIALES .....	18
5.2.1	Acometida 3.....	18
5.2.2	Acometida 4.....	20

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 UDs correspondientes a los distintos aparatos sanitarios. Fuente Tabla 4.1 CTE DB HS 5	5
Tabla 2 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante. Fuente Tabla 4.3 CTE DB HS 5	6
Tabla 3 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD. Fuente Tabla 4.4 CTE DB HS 5	6
Tabla 4 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada. Fuente Tabla 4.5 CTE DB HS 5	7
Tabla 5 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. Fuente Tabla 4.7 CTE DB HS 5	8
Tabla 6 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. Fuente Tabla 4.8 CTE DB HS 5	9
Tabla 7 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h. Fuente Tabla 4.9 CTE DB HS 5	9
Tabla 8 Redes de pequeña evacuación referidas a la Acometida 1. Fuente CYPE MEP	13
Tabla 9 Bajantes referidas a la Acometida 1. Fuente CYPE MEP	13
Tabla 10 Bajantes con ventilación primaria referidas a la Acometida 1. Fuente CYPE MEP	14
Tabla 11 Colectores referidos a la Acometida 1. Fuente CYPE MEP	14
Tabla 12 Arquetas referidas a la Acometida 1. Fuente CYPE MEP	15
Tabla 13 Redes de pequeña evacuación referidas a la Acometida 2. Fuente: CYPE MEP	16
Tabla 14 Bajantes referidas a la Acometida 2. Fuente CYPE MEP	16
Tabla 15 Bajantes con ventilación primaria referidas a la Acometida 2. Fuente CYPE MEP	17
Tabla 16 Colectores referidos a la Acometida 2. Fuente CYPE MEP	17
Tabla 17 Arquetas referidas a la Acometida 2. Fuente CYPE MEP	18
Tabla 18 Canalones relacionados con la Acometida 3. Fuente CYPE MEP	18
Tabla 19 Bajantes relacionados con la Acometida 3. Fuente CYPE MEP	19
Tabla 20 Colectores relacionados con la Acometida 3. Fuente CYPE MEP	19
Tabla 21 Arquetas relacionadas con la Acometida 3. Fuente CYPE MEP	20
Tabla 22 Canalones relacionados con la Acometida 4. Fuente CYPE MEP	20
Tabla 23 Bajantes relacionados con la Acometida 4. Fuente CYPE MEP	21
Tabla 24 Colectores relacionados con la Acometida 4. Fuente CYPE MEP	21
Tabla 25 Arquetas relacionadas con la Acometida 4. Fuente CYPE MEP	22

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo consiste en especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de evacuación de aguas, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento de la Exigencia Básica HS 5, Evacuación de aguas del CTE para su buen funcionamiento.

Se detalla la evacuación tanto de aguas pluviales y como de aguas residuales.

El cálculo y dimensionamiento de la red de saneamiento está realizado a través del programa informático CYPE MEP v2017d, clasificando el edificio como Edificio de locales comerciales y oficinas (número de oficinas: 1).

## 2. EXIGENCIAS DE LA INSTALACIÓN

Según el CTE DB HS 5, el trazado debe ser lo más sencillo posible utilizando diámetros adecuados en función de los caudales previsibles, garantizando que las distancias y pendientes permitan una correcta evacuación de los residuos en toda la instalación y disponer de sistemas de ventilación o tuberías de aireación adecuados para el correcto funcionamiento de los cierres hidráulicos, quienes impiden el paso del aire contenido en la instalación.

Además, la red de tuberías se debe diseñar de tal manera que sea accesible para su mantenimiento y reparación, por ello deben disponerse en arquetas, registros...

## 3. SISTEMA DE SANEAMIENTO

La evacuación de aguas diseñada para el edificio proyectado se dividirá en dos: por un lado, evacuación de aguas pluviales y por otro la de aguas residuales, ambas redes se unirán al sistema de recogida municipal.

En cuanto a la evacuación de aguas pluviales, se instalarán canalones en los límites inferiores de los faldones de la cubierta. Estos canalones recogerán el agua procedente de la lluvia o nieve depositada sobre la cubierta y la conducirán hacia las bajantes conectadas a la red de saneamiento horizontal enterrada en el perímetro del pabellón. Se han dispuesto 6 canalones en cada lateral con un 2% de pendiente.

Por otro lado, la red de evacuación de aguas residuales se hace mediante colectores y bajantes que recogen los vertidos del piso superior y lo comunican con los del piso inferior para evacuarlos a una arqueta.

En las bajantes de las redes residuales y pluviales se debe disponer de sistemas de ventilación primaria, pues se trata de un edificio de menos de 7 plantas. Las bajantes se prolongan por lo menos 1,30 m por encima de la cubierta, protegiendo la salida de ventilación de la entrada de cuerpos extraños pero favoreciendo la expulsión de gases. También denominadas Terminales de aireación.

La ubicación de cada bajante y demás elementos se puede ver en los planos referentes a la evacuación de aguas pluviales y saneamiento (Planos 21 al 26)

### 3.1 ELEMENTOS QUE COMPONEN LA INSTALACION

#### 3.1.1 Cierre hidráulico

Es un dispositivo que retiene una determinada cantidad de agua que impide el paso de aire desde la red de evacuación a los locales donde están instalados los aparatos sanitarios.

Suelen ser de tipo sifónico y se colocan de forma individual en los desagües de los aparatos sanitarios para conseguir el cierre hidráulico

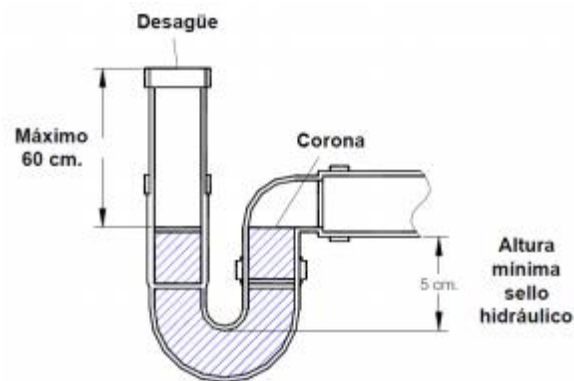


Fig. 1 Cierre hidráulico tipo Sifón

#### 3.1.2 Red de pequeña evacuación

Es la parte de la evacuación que conduce los residuos desde los cierres hidráulicos, excepto desde los inodoros, hasta las bajantes. Debe diseñarse conforme a los siguientes criterios:

- El trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección y utilizando las piezas especiales adecuadas.
- Deben conectarse a las bajantes
- La distancia del bote sifónico a la bajante no debe ser mayor de 2 metros
- Las derivaciones que acometan al bote sifónico deben tener una longitud igual o menor que 2,5<sup>o</sup> m, con una pendiente comprendida entre el 2% y el 4%.
- Debe disponerse un rebosadero en los lavabos, bidés y bañeras.
- No deben disponerse desagües enfrentados acometiendo a tubería común.
- Las uniones de los desagües a las bajantes deben tener la mayor inclinación posible, que en cualquier caso no debe ser menor de 45°
- En caso de utilizar el sistema de sifones individuales, los ramales de desagües de los aparatos sanitarios deben unirse a un tubo de derivación, que desemboque en la bajante.

### 3.1.3 Bajantes

Son las canalizaciones que conducen verticalmente las aguas pluviales desde los canalones y las aguas residuales desde las redes de pequeña evacuación e inodoros hasta la arqueta a pie de bajante o al colector suspendido.

Las bajantes deben realizarse sin derivaciones ni retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura excepto, en las bajantes residuales donde la presencia del inodoro exige un diámetro concreto.

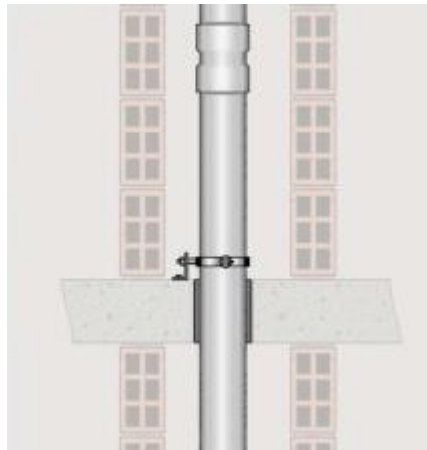


Fig. 2 Bajante tipo

### 3.1.4 Canalones

Son aquellos conductos de forma semicircular, normalmente, destinados a la recogida de aguas de lluvia procedente de la cubierta inclinada. Este agua es evacuada a una bajante que desagua en la red de saneamiento o en una arqueta a pie de bajante.



Fig. 3 Ejemplo de canalón y su bajante

### 3.1.5 Colectores

Son tuberías horizontales que pueden disponerse suspendidos o enterrados, recogen el agua de las bajantes y las canaliza hasta la arqueta correspondiente o red de alcantarillado público.

#### **Colectores suspendidos**

La conexión de una bajante pluvial al colector en los sistemas mixtos (agua pluvial + residual) debe disponerse separada por lo menos 3 metros de la bajante más próxima de aguas residual situada aguas arriba.

Su unión con las bajantes se debe realizar mediante piezas especiales, sin interferir más de uno en un mismo punto. La pendiente de los colectores debe ser de 1% como mínimo.

En los tramos rectos, en cada encuentro o acoplamiento tanto en horizontal como en vertical, así como en las derivaciones, deben disponerse registros constituidos por piezas especiales, según el material del que se trate, de tal manera que los tramos entre ellos no superen los 15 m.

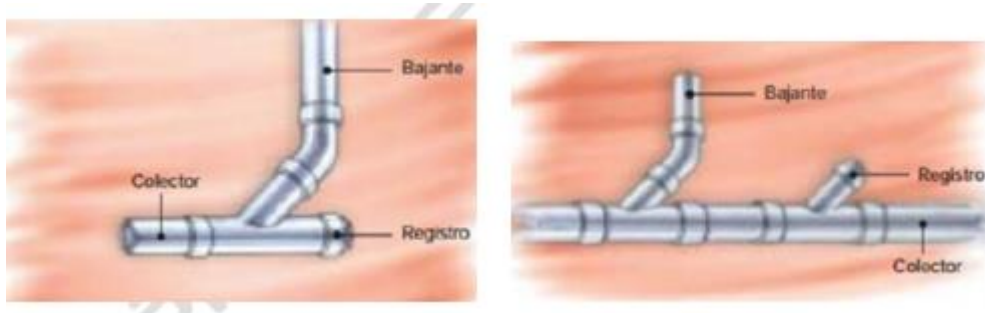


Fig. 4 Colectores

#### **Colectores enterrados**

Los tubos deberán situarse en zanjas de dimensiones adecuadas y siempre por debajo de la red de abastecimiento de agua potable con una pendiente mínima de 2%.

La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, que no debe ser sifónica. Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15 m

### 3.1.6 Elementos de conexión

La unión entre las redes verticales y horizontales debe realizarse con arquetas dispuestas sobre cimiento de hormigón, con tapa practicable. En cada arqueta se centran la recogida de uno o varios colectores o bajantes para conducirlos a otro colector de salida a la red enterrada de saneamiento.

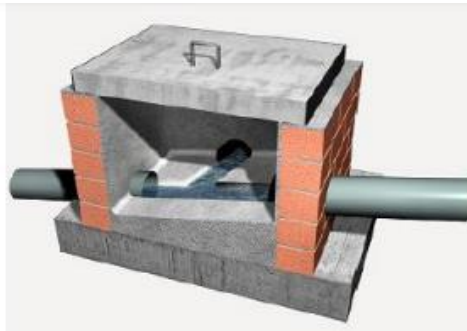


Fig. 5 Arqueta

Justo antes de la conexión con la red de saneamiento será necesario colocar un pozo general, el cual es el punto de conexión entre la red privada y pública al que llegan los colectores de la nave y del que sale la acometida a la red general.

## 4. CALCULOS

### 4.1 RED DE EVACUACIÓN DE AGUA RESIDUAL

#### 4.1.1 Red de pequeña evacuación

Para empezar, se establece el número de unidades de desagüe (UD) para cada aparato conectado a la red y su correspondiente diámetro mínimo en función del uso: público o privado, según la siguiente tabla.

**Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios**

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100
	Con fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	50
	Suspendido	-	2	40
	En batería	-	3.5	-
Fregadero	De cocina	3	6	40
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0.5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con cisterna	7	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con cisterna	6	-	100
	Inodoro con fluxómetro	8	-	100

Tabla 1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios. Fuente Tabla 4.1 CTE DB HS 5

Esta tabla solo es válida para ramales individuales cuya longitud no sea superior a 1,5 metros. En caso contrario, debe efectuarse un cálculo pormenorizado para calcular los diámetros, en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar.



El diámetro de las conducciones no debe ser menos que el de los tramos situados aguas arriba.

La red de pequeña evacuación se ha dimensionado superficialmente, con tubería de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1; unión pegada con adhesivo.

#### 4.1.2 Ramales colectores

Para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector, se ha utilizado la tabla siguiente:

**Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 2 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante. Fuente Tabla 4.3 CTE DB HS 5

#### 4.1.3 Bajantes

El dimensionado de las bajantes se ha realizado de acuerdo con la siguiente tabla, en la que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de unidades de desagüe y el diámetro que le corresponde a la bajante, siendo el diámetro de la misma constante en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar desde cada ramal en la bajante:

**Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD**

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Tabla 3 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD. Fuente Tabla 4.4 CTE DB HS 5

Los diámetros mostrados en la *Tabla 3* garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera un tercio de la sección transversal de la tubería.

Las desviaciones con respecto a la vertical se han dimensionado con igual sección a la bajante donde acometen, debido a que forman ángulos con la vertical inferiores a 45°.

#### 4.1.4 Colectores horizontales

El diámetro se ha calculado a partir de la siguiente tabla, en función del número máximo de unidades de desagüe y de la pendiente:

**Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada**

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

*Tabla 4 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada. Fuente Tabla 4.5 CTE DB HS 5*

Los diámetros mostrados en la *Tabla 4* garantizan que, bajo condiciones de flujo uniforme, la superficie ocupada por el agua no supera la mitad de la sección transversal de la tubería.

Los colectores enterrados estarán instalados sin arquetas, mediante el sistema integral registrable. Será una tubería de polipropileno (PP), serie SN-10, rigidez anular nominal 10 kN/m<sup>2</sup>, fabricado según la norma CEN TC 155 WG13, con junta elástica.

Sin embargo, en el caso del colector suspendido, será de PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

#### 4.1.5 Acometida

La tubería general de saneamiento que se conecta a la red general del municipio, será de polipropileno (PP), serie SN-10, rigidez anular nominal 10 kN/m<sup>2</sup>, y fabricado según la norma CEN TC 155 WG13, con junta elástica.

## 4.2 RED DE EVACUACIÓN DE AGUA PLUVIAL

### 4.2.1 *Canalones*

El diámetro nominal del canalón con sección semicircular de evacuación de aguas pluviales, para una intensidad pluviométrica dada (100 mm/h), se obtiene de la tabla siguiente, a partir de su pendiente y de la superficie a la que da servicio:

**Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h**

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 5 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. Fuente Tabla 4.7 CTE DB HS 5

La intensidad a la que está sometida la ubicación del edificio se obtiene a partir del mapa de isoyetas y zonas pluviométricas reflejado en la *Figura 6* en este caso corresponde una intensidad pluviométrica de 155 mm/h.

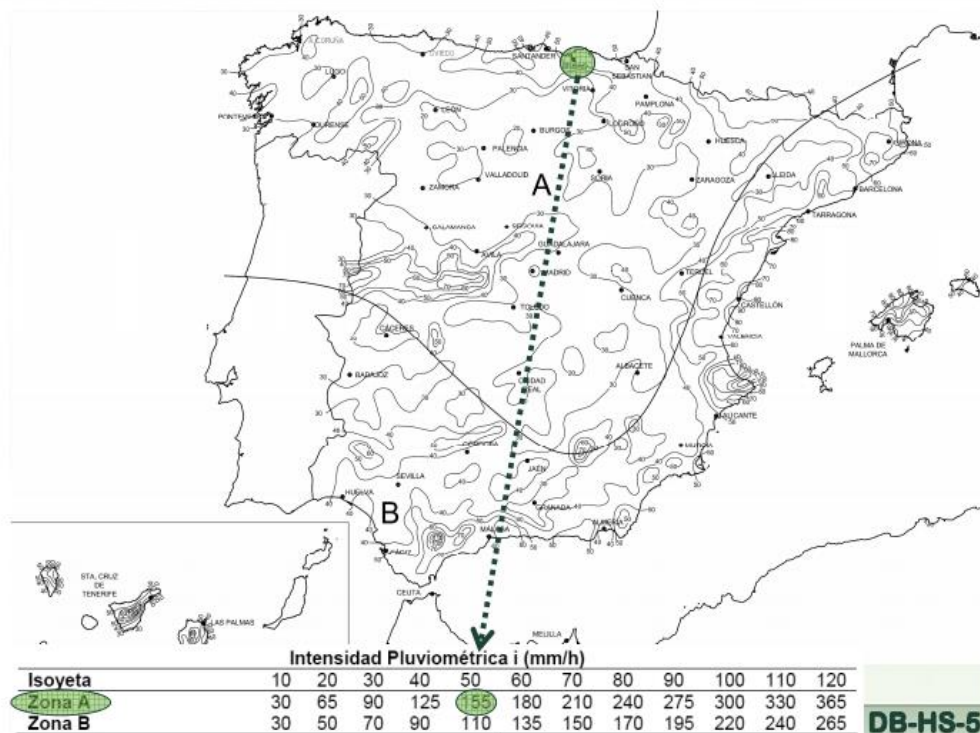


Fig. 6 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas. Fuente: CTE DB HS 5

Las tablas de referencia para el dimensionamiento de la instalación corresponden a valores para una intensidad de 100 mm/h, por lo que se debe aplicar un factor de corrección "f" a las superficies de recogida de aguas, que es:

$$f = i/100 = 155/100 \rightarrow f = 1,55$$

Se usará un canalón circular será de PVC con óxido de titanio, para encolar, de color gris claro, según UNE-EN 607.

#### 4.2.2 Bajantes

El diámetro nominal correspondiente a la superficie en proyección horizontal servida por cada bajante de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h se ha obtenido de la tabla siguiente:

Superficie en proyección horizontal servida (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Tabla 6 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h.  
Fuente Tabla 4.8 CTE DB HS 5

Los diámetros mostrados garantizan una variación de presión en la tubería menor que 250 Pa, así como un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no supera un tercio de la sección transversal de la tubería.

Al igual que en los canalones de debe aplicar el factor “f” a la superficie de recogida del agua.

Se utilizarán bajantes circulares de PVC con óxido de titanio, color gris claro, según UNE-EN 12200-1.

#### 4.2.3 Colector

El diámetro de los colectores de aguas pluviales para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se ha obtenido, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve, de la siguiente tabla:

Superficie proyectada (m <sup>2</sup> )	Pendiente del colector		Diámetro nominal del colector (mm)
	1 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 7 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100mm/h.  
Fuente Tabla 4.9 CTE DB HS 5

Los diámetros mostrados garantizan que, en régimen permanente, el agua ocupa la totalidad de la sección transversal de la tubería. En este caso no es necesario aplicar el factor de corrección "f".

Los colectores enterrados se utilizarán sin arquetas, con un sistema integral registrable, la tubería será de polipropileno (PP), serie SN-10, rigidez anular nominal 10 kN/m<sup>2</sup>, fabricado según la norma CEN TC 155 WG13, con junta elástica.

Y en el caso de los colectores suspendidos, la tubería será de tipo PVC, serie B, según UNE-EN 1329-1, unión pegada con adhesivo.

#### 4.2.4 Colectores mixtos

Para el dimensionamiento de los colectores mixtos es necesario transformar las unidades de desagüe de aguas residuales, en superficies equivalentes de aguas pluviales y calcular el diámetro del colector como pluvial.

Para la transformación de las UD en superficies equivalentes para un régimen pluviométrico de 100 mm/h se efectúa con el siguiente criterio:

- Para un número de UD menor o igual que 250 la superficie equivalente es de 90 m<sup>2</sup>
- Para un número de UD mayor que 250 la superficie equivalente es de 0,36 x n<sup>º</sup> UD m<sup>2</sup>.

En este caso es necesario aplicar el factor de corrección "f".

#### 4.2.5 Acometida a la red general

La acometida general de saneamiento a la red general del municipio, será de tipo polipropileno (PP), serie SN-10, rigidez anular nominal 10 kN/m<sup>2</sup>, fabricado según la norma CEN TC 155 WG13, con junta elástica.

### 4.3 DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO

A continuación se exponen las fórmulas utilizadas para el dimensionamiento hidráulico de los distintos componentes de la red de evacuación de aguas pluviales y residuales.

#### 4.3.1 Caudal

##### AGUAS RESIDUALES

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

Siendo:

Qtot: caudal total (l/s)

Qww: caudal de aguas residuales (l/s)

Qc: caudal continuo (l/s)

$Q_p$ : caudal de aguas residuales bombeado (l/s)

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum UD}$$

Siendo:

K: coeficiente por frecuencia de uso

Sum(UD): suma de las unidades de descarga

#### AGUAS PLUVIALES

$$Q = C \times I \times A$$

Siendo:

Q: caudal (l/s)

C: coeficiente de escorrentía

I: intensidad (l/s.m<sup>2</sup>)

A: área (m<sup>2</sup>)

#### TUBERIAS HORIZNTALES

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R_h^{2/3} \times i^{1/2}$$

Siendo:

Q: caudal (m<sup>3</sup>/s)

n: coeficiente de Manning

A: área de la tubería ocupada por el fluido (m<sup>2</sup>)

R<sub>h</sub>: radio hidráulico (m)

i: pendiente (m/m)

#### TUBERIAS VERTICALES RESIDUALES

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Dawson y Hunter

$$Q = 3.15 \times 10^{-4} \times r^{5/3} \times D^{8/3}$$

Siendo:

Q: caudal (l/s)

r: nivel de llenado

D: diámetro (mm)

### TUBERIAS VERTICALES PLUVIALES

Se ha verificado el diámetro empleando la fórmula de Wyly-Eaton:

$$Q_{RWP} = 2.5 \times 10^{-4} \times k_b^{-1/6} \times d_i^{8/3} \times f^{5/3}$$

Siendo:

$Q_{RWP}$ : caudal (l/s)

$k_b$ : rugosidad (0.25 mm)

$d_i$ : diámetro (mm)

$f$ : nivel de llenado

## 5. DIMENSIONADO

En este apartado se adjuntan las tablas de dimensionamiento de los distintos elementos de la red de evacuación.

### 5.1 RED DE AGUAS RESIDUALES

Se han diseñado dos acometidas en la planta baja que recogen el agua de la planta principal como de la planta superior. La distribución de la instalación se puede observar en los Planos 21,22 y 23.

Las acometidas están formadas por: la red de pequeña evacuación, bajantes, bajantes con ventilación primaria colectores y arquetas.

#### 5.1.1 Acometida 1

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	$D_{min}$ (mm)	Cálculo hidráulico						
					$Q_b$ (m <sup>3</sup> /h)	K	$Q_s$ (m <sup>3</sup> /h)	Y/D (%)	v (m/s)	$D_{int}$ (mm)	$D_{com}$ (mm)
8-9	1.01	1.92	22.00	125	37.22	0.71	26.32	49.92	1.33	119	125
9-10	0.72	2.35	12.00	110	20.30	1.00	20.30	49.92	1.34	104	110
10-11	0.85	2.00	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
10-12	0.41	4.17	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
9-13	1.43	2.00	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
16-17	1.00	3.56	30.00	125	50.76	0.71	35.89	49.96	1.81	119	125
17-18	1.32	2.00	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
18-19	0.50	2.00	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
17-20	0.39	2.00	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
17-21	1.28	2.00	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
24-25	1.19	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
24-26	1.79	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
24-27	0.86	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
24-28	1.60	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
29-30	0.95	2.00	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
29-31	1.62	2.35	12.00	110	20.30	1.00	20.30	49.92	1.34	104	110
31-32	1.25	2.00	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
31-33	0.63	3.95	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
29-34	0.69	2.00	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
36-37	0.82	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
36-38	1.48	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
36-39	1.81	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
36-40	1.29	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
41-42	0.78	2.00	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
41-43	0.44	2.35	12.00	110	20.30	1.00	20.30	49.92	1.34	104	110
43-44	0.99	4.16	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
43-45	2.07	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
5-47	1.06	22.13	9.00	90	15.23	0.71	10.77	26.41	2.58	84	90
47-48	1.26	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
47-49	0.58	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
47-50	0.49	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos				Q <sub>s</sub>	Caudal con simultaneidad (Q <sub>b</sub> x k)					
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado					
UDs	Unidades de desagüe				v	Velocidad					
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo				D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial					
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto				D <sub>com</sub>	Diámetro comercial					
K	Coeficiente de simultaneidad										

Tabla 8 Redes de pequeña evacuación referidas a la Acometida 1. Fuente CYPE MEP

Bajantes										
Ref.	L (m)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Cálculo hidráulico						
				Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	r	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	
24-29	3.60	32.00	160	54.14	0.58	31.26	0.147	154	160	
36-41	3.60	22.00	125	37.22	0.71	26.32	0.200	119	125	
Abreviaturas utilizadas										
Ref.	Referencia en planos				K	Coeficiente de simultaneidad				
L	Longitud medida sobre planos				Q <sub>s</sub>	Caudal con simultaneidad (Q <sub>b</sub> x k)				
UDs	Unidades de desagüe				r	Nivel de llenado				
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo				D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial				
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto				D <sub>com</sub>	Diámetro comercial				

Tabla 9 Bajantes referidas a la Acometida 1. Fuente CYPE MEP



Bajantes con ventilación primaria						
Ref.	L (m)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Q <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> /h)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
9-15	8.11	22.00	125	26.32	122	125
17-23	8.11	30.00	160	35.89	156	160
47-52	8.12	9.00	90	10.77	88	90
Abreviaturas utilizadas						
Ref.	Referencia en planos			Q <sub>t</sub>	Caudal total	
L	Longitud medida sobre planos			D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial	
UDs	Unidades de desagüe			D <sub>com</sub>	Diámetro comercial	
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo					

Tabla 10 Bajantes con ventilación primaria referidas a la Acometida 1. Fuente CYPE MEP

Colectores											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
1-2	1.22	2.00	139.00	160	235.19	0.21	49.04	49.72	1.57	149	160
2-3	2.02	2.00	139.00	160	235.19	0.21	49.04	49.72	1.57	149	160
3-4	9.50	2.00	139.00	160	235.19	0.21	49.04	49.72	1.57	149	160
4-5	9.50	2.00	139.00	160	235.19	0.21	49.04	49.72	1.57	149	160
5-6	9.04	2.00	130.00	160	219.96	0.22	49.18	49.81	1.57	149	160
6-7	2.26	2.00	96.00	160	162.43	0.28	45.05	47.33	1.54	149	160
7-8	9.77	2.00	52.00	160	87.98	0.45	39.35	43.82	1.49	149	160
8-16	4.18	2.00	30.00	160	50.76	0.71	35.89	41.64	1.45	149	160
7-24	1.04	1.43	44.00	160	74.45	0.38	28.14	38.22	1.20	154	160
6-36	1.03	2.00	34.00	125	57.53	0.41	23.49	47.65	1.31	116	125
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos			Q <sub>s</sub>	Caudal con simultaneidad (Q <sub>b</sub> x k)						
i	Pendiente			Y/D	Nivel de llenado						
UDs	Unidades de desagüe			v	Velocidad						
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo			D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial						
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto			D <sub>com</sub>	Diámetro comercial						
K	Coeficiente de simultaneidad										

Tabla 11 Colectores referidos a la Acometida 1. Fuente CYPE MEP

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D <sub>sal</sub> (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
3	2.02	2.00	160	125x125x150 cm
4	9.50	2.00	160	125x125x130 cm
5	9.50	2.00	160	100x100x110 cm
6	9.04	2.00	160	80x80x90 cm

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D <sub>sal</sub> (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
7	2.26	2.00	160	70x70x85 cm
8	9.77	2.00	160	60x60x65 cm
16	4.18	2.00	160	60x60x55 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D <sub>sal</sub>	Diámetro del colector de salida

Tabla 12 Arquetas referidas a la Acometida 1. Fuente CYPE MEP

### 5.1.2 Acometida 2

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
103-104	0.20	256.88	-	50	55.35	1.00	55.35	-	-	44	50
104-105	3.80	2.00	-	50	55.35	1.00	55.35	-	-	44	50
109-110	0.17	69.14	6.00	90	10.15	0.71	7.18	16.29	3.43	84	90
110-111	1.63	3.51	6.00	75	10.15	0.71	7.18	45.60	1.20	69	75
111-112	0.48	5.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
111-113	0.49	4.91	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
111-114	1.20	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
119-120	1.85	3.31	8.00	75	13.54	0.58	7.82	48.70	1.20	69	75
120-121	1.20	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
120-122	0.46	5.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
120-123	0.53	4.53	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
120-124	0.58	4.13	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
119-125	1.96	4.33	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
118-126	1.71	7.73	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
127-128	1.02	2.57	10.00	90	16.92	0.71	11.96	49.87	1.21	84	90
128-129	0.57	6.86	4.00	50	6.77	1.00	6.77	-	-	44	50
128-130	0.28	13.70	4.00	50	6.77	1.00	6.77	-	-	44	50
128-131	1.94	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
127-132	0.22	29.64	4.00	50	6.77	1.00	6.77	-	-	44	50
133-134	0.28	2.52	12.00	90	20.30	0.58	11.72	49.56	1.20	84	90
134-135	2.07	2.52	12.00	90	20.30	0.58	11.72	49.56	1.20	84	90
135-136	1.92	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
135-137	1.20	3.21	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
135-138	1.91	2.01	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
135-139	1.20	3.20	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
140-141	1.70	2.22	12.00	110	20.30	0.71	14.36	41.65	1.20	104	110
141-142	0.58	3.28	8.00	90	13.54	1.00	13.54	49.91	1.37	84	90
142-143	0.86	2.00	4.00	50	6.77	1.00	6.77	-	-	44	50
142-144	0.29	5.93	4.00	50	6.77	1.00	6.77	-	-	44	50

Red de pequeña evacuación											
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Cálculo hidráulico						
					Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
141-145	0.40	9.05	4.00	50	6.77	1.00	6.77	-	-	44	50
140-146	1.45	3.51	6.00	75	10.15	0.71	7.18	45.60	1.20	69	75
146-147	1.60	3.83	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
146-148	1.37	3.66	4.00	75	6.77	1.00	6.77	43.59	1.20	69	75
148-149	0.37	2.94	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
148-150	0.55	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
152-153	2.34	2.52	12.00	90	20.30	0.58	11.72	49.56	1.20	84	90
153-154	1.87	2.11	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
153-155	1.15	3.45	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
153-156	1.98	2.00	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
153-157	1.31	3.02	3.00	50	5.08	1.00	5.08	-	-	44	50
158-159	0.60	3.51	6.00	75	10.15	0.71	7.18	45.60	1.20	69	75
159-160	0.60	3.66	4.00	75	6.77	1.00	6.77	43.59	1.20	69	75
160-161	1.00	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
160-162	0.38	5.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
159-163	0.57	5.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
101-165	0.20	462.08	12.00	110	20.30	1.00	20.30	12.90	8.86	104	110
165-166	0.91	2.00	2.00	40	3.38	1.00	3.38	-	-	34	40
165-167	0.20	9.36	10.00	110	16.92	1.00	16.92	-	-	104	110
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud medida sobre planos				Q <sub>s</sub>	Caudal con simultaneidad (Q <sub>b</sub> x k)					
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado					
UDs	Unidades de desagüe				v	Velocidad					
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo				D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial					
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto				D <sub>com</sub>	Diámetro comercial					
K	Coeficiente de simultaneidad										

Tabla 13 Redes de pequeña evacuación referidas a la Acometida 2. Fuente: CYPE MEP

Bajantes											
Ref.	L (m)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Cálculo hidráulico							
				Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	r	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)		
133-140	3.60	18.00	110	30.46	0.45	13.62	0.167	104	110		
152-158	3.60	6.00	90	10.15	0.71	7.18	0.160	84	90		
Abreviaturas utilizadas											
Ref.	Referencia en planos				K	Coeficiente de simultaneidad					
L	Longitud medida sobre planos				Q <sub>s</sub>	Caudal con simultaneidad (Q <sub>b</sub> x k)					
UDs	Unidades de desagüe				r	Nivel de llenado					
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo				D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial					
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto				D <sub>com</sub>	Diámetro comercial					

Tabla 14 Bajantes referidas a la Acometida 2. Fuente: CYPE MEP

Bajantes con ventilación primaria						
Ref.	L (m)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Q <sub>t</sub> (m <sup>3</sup> /h)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
110-116	8.85	6.00	90	7.18	88	90
100-169	8.89	101.00	200	86.04	195	200
Abreviaturas utilizadas						
Ref.	Referencia en planos		Q <sub>t</sub>	Caudal total		
L	Longitud medida sobre planos		D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial		
UDs	Unidades de desagüe		D <sub>com</sub>	Diámetro comercial		
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo					

Tabla 15 Bajantes con ventilación primaria referidas a la Acometida 2. Fuente CYPE MEP

Colectores												
Tramo	L (m)	i (%)	UDs	D <sub>min</sub> (mm)	Cálculo hidráulico							
					Q <sub>b</sub> (m <sup>3</sup> /h)	K	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Y/D (%)	v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)	
97-98	1.03	2.00	101.00	200	226.24	0.38	86.04	48.71	1.81	186	200	
98-99	0.75	2.00	101.00	200	226.24	0.38	86.04	48.71	1.81	186	200	
99-100	0.21	1.56	101.00	200	226.24	0.38	86.04	49.94	1.65	192	200	
100-101	0.24	5.15	101.00	160	226.24	0.38	86.04	49.96	2.58	154	160	
101-102	0.39	4.83	89.00	160	205.94	0.40	83.31	49.96	2.50	154	160	
102-103	0.63	4.83	89.00	160	205.94	0.40	83.31	49.96	2.50	154	160	
103-106	11.47	1.44	89.00	160	150.59	0.19	27.96	38.02	1.20	154	160	
106-107	14.15	1.44	89.00	160	150.59	0.19	27.96	38.02	1.20	154	160	
107-108	4.13	1.82	71.00	125	120.13	0.21	25.61	49.90	1.29	119	125	
108-109	7.31	1.78	41.00	125	69.37	0.29	20.03	43.61	1.20	119	125	
109-117	3.20	2.22	35.00	110	59.22	0.33	19.74	49.92	1.30	104	110	
117-118	1.45	4.69	21.00	110	35.53	0.45	15.89	35.93	1.62	104	110	
118-119	1.08	4.33	11.00	75	18.61	0.50	9.31	49.86	1.39	69	75	
117-127	1.48	9.09	14.00	90	23.69	0.58	13.68	37.73	2.00	84	90	
108-133	0.21	48.27	30.00	110	50.76	0.33	16.92	20.46	3.79	104	110	
107-152	0.18	62.38	18.00	90	30.46	0.41	12.43	21.88	3.89	84	90	
Abreviaturas utilizadas												
L	Longitud medida sobre planos				Q <sub>s</sub>	Caudal con simultaneidad (Q <sub>b</sub> x k)						
i	Pendiente				Y/D	Nivel de llenado						
UDs	Unidades de desagüe				v	Velocidad						
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo				D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial						
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto				D <sub>com</sub>	Diámetro comercial						
K	Coeficiente de simultaneidad											

Tabla 16 Colectores referidos a la Acometida 2. Fuente CYPE MEP

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D <sub>sal</sub> (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
99	0.75	2.00	200	125x125x150 cm
103	0.63	4.83	160	125x125x140 cm
106	11.47	1.44	160	100x100x125 cm
107	14.15	1.44	160	100x100x105 cm
108	4.13	1.82	125	80x80x95 cm
109	7.31	1.78	125	70x70x80 cm
117	3.20	2.22	110	60x60x70 cm
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D <sub>sal</sub>	Diámetro del colector de salida

Tabla 17 Arquetas referidas a la Acometida 2. Fuente CYPE MEP

## 5.2 RED DE AGUAS PLUVIALES

Para el término municipal seleccionado (Sestao) la isoyeta es '10' y la zona pluviométrica 'A'. Con estos valores le corresponde una intensidad pluviométrica '155 mm/h'.

Al igual que en la evacuación de la red de aguas pluviales, se han diseñado dos acometidas a ambos lados del pabellón que recogen el agua proveniente de las bajantes de la cubierta a donde desaguan los canalones. La distribución se observa en el Plano 24, 25 y 26.

En este caso la acometida está formada por canalones, bajantes, colectores y arquetas.

### 5.2.1 Acometida 3

Canalones								
Tramo	A (m <sup>2</sup> )	L (m)	i (%)	D <sub>min</sub> (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
63-64	129.23	7.70	1.00	200	155.00	1.00	-	-
67-68	148.83	8.89	1.00	200	155.00	1.00	-	-
71-72	125.40	7.50	1.18	200	155.00	1.00	-	-
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga al canalón			I	Intensidad pluviométrica			
L	Longitud medida sobre planos			C	Coeficiente de escorrentía			
i	Pendiente			Y/D	Nivel de llenado			
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo			v	Velocidad			

Tabla 18 Canalones relacionados con la Acometida 3. Fuente CYPE MEP

Bajantes (canalones)								
Ref.	A (m <sup>2</sup> )	D <sub>min</sub> (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (m <sup>3</sup> /h)	f	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
61-62	129.23	100	155.00	1.00	20.03	0.236	97	100
62-63	129.23	100	155.00	1.00	20.03	0.236	97	100
65-66	277.76	100	155.00	1.00	43.05	0.373	97	100
66-67	277.76	100	155.00	1.00	43.05	0.373	97	100
69-70	274.19	100	155.00	1.00	42.50	0.370	97	100
70-71	274.19	100	155.00	1.00	42.50	0.370	97	100
73-74	125.52	100	155.00	1.00	19.46	0.232	97	100
74-75	125.52	100	155.00	1.00	19.46	0.232	97	100
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante			Q	Caudal			
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo			f	Nivel de llenado			
I	Intensidad pluviométrica			D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial			
C	Coeficiente de escorrentía			D <sub>com</sub>	Diámetro comercial			

Tabla 19 Bajantes relacionados con la Acometida 3. Fuente CYPE MEP

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D <sub>min</sub> (mm)	Q <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
53-54	1.22	2.00	200	125.04	61.35	1.98	186	200
54-55	1.59	2.00	200	125.04	61.35	1.98	186	200
55-56	0.45	2.00	200	125.04	61.35	1.98	186	200
56-57	14.59	2.00	200	105.58	55.07	1.90	186	200
57-58	8.49	2.00	160	63.08	57.98	1.67	149	160
58-59	8.49	2.00	160	63.08	57.98	1.67	149	160
59-60	14.88	2.00	110	20.03	53.09	1.26	102	110
60-61	0.25	79.14	110	20.03	20.04	4.75	102	110
59-65	0.25	4.00	110	43.05	68.30	1.95	104	110
57-69	0.18	328.21	110	42.50	20.45	9.79	102	110
56-73	0.19	458.15	110	19.46	12.89	8.73	102	110
Abreviaturas utilizadas								
L	Longitud medida sobre planos			Y/D	Nivel de llenado			
i	Pendiente			v	Velocidad			
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo			D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial			
Q <sub>c</sub>	Caudal calculado con simultaneidad			D <sub>com</sub>	Diámetro comercial			

Tabla 20 Colectores relacionados con la Acometida 3. Fuente CYPE MEP

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D <sub>sal</sub> (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
55	1.59	2.00	200	125x125x140 cm
56	0.45	2.00	200	125x125x140 cm
57	14.59	2.00	200	100x100x110 cm
58	8.49	2.00	160	80x80x95 cm
59	8.49	2.00	160	70x70x80 cm
60	14.88	2.00	110	50x50x50 cm

Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D <sub>sal</sub>	Diámetro del colector de salida

Tabla 21 Arquetas relacionadas con la Acometida 3. Fuente CYPE MEP

### 5.2.2 Acometida 4

Canalones								
Tramo	A (m <sup>2</sup> )	L (m)	i (%)	D <sub>min</sub> (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico	
							Y/D (%)	v (m/s)
84-85	150.55	8.99	1.00	200	155.00	1.00	-	-
84-86	115.10	6.87	1.38	200	155.00	1.00	-	-
94-95	275.28	8.28	3.00	200	155.00	1.00	-	-
95-96	119.11	8.28	1.00	200	155.00	1.00	-	-

Abreviaturas utilizadas					
A	Área de descarga al canalón			I	Intensidad pluviométrica
L	Longitud medida sobre planos			C	Coefficiente de escorrentía
i	Pendiente			Y/D	Nivel de llenado
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo			v	Velocidad

Tabla 22 Canalones relacionados con la Acometida 4. Fuente CYPE MEP

Bajantes (canalones)								
Ref.	A (m <sup>2</sup> )	D <sub>min</sub> (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (m <sup>3</sup> /h)	f	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
82-83	265.65	100	155.00	1.00	41.18	0.363	97	100
83-84	265.65	100	155.00	1.00	41.18	0.363	97	100
89-90	148.85	100	155.00	1.00	23.07	0.257	97	100
90-91	148.85	100	155.00	1.00	23.07	0.257	97	100
92-93	389.71	100	155.00	1.00	60.40	0.457	97	100
93-94	389.71	100	155.00	1.00	60.40	0.457	97	100

Bajantes (canalones)								
Ref.	A (m <sup>2</sup> )	D <sub>min</sub> (mm)	I (mm/h)	C	Cálculo hidráulico			
					Q (m <sup>3</sup> /h)	f	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
Abreviaturas utilizadas								
A	Área de descarga a la bajante			Q	Caudal			
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo			f	Nivel de llenado			
I	Intensidad pluviométrica			D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial			
C	Coeficiente de escorrentía			D <sub>com</sub>	Diámetro comercial			

Tabla 23 Bajantes relacionados con la Acometida 4. Fuente CYPE MEP

Colectores								
Tramo	L (m)	i (%)	D <sub>min</sub> (mm)	Q <sub>c</sub> (m <sup>3</sup> /h)	Cálculo hidráulico			
					Y/D (%)	v (m/s)	D <sub>int</sub> (mm)	D <sub>com</sub> (mm)
76-77	1.04	2.00	200	124.65	61.23	1.98	186	200
77-78	1.38	2.00	200	124.65	61.23	1.98	186	200
78-79	3.41	2.00	200	124.65	61.23	1.98	186	200
79-80	13.23	2.00	200	124.65	61.23	1.98	186	200
80-81	13.34	2.00	160	64.25	58.66	1.68	149	160
81-82	0.20	95.01	110	41.18	27.47	6.25	102	110
81-87	10.56	2.00	110	23.07	57.96	1.30	102	110
87-88	6.62	2.00	110	23.07	57.96	1.30	102	110
88-89	0.15	2.00	110	23.07	57.96	1.30	102	110
80-92	0.24	31.81	125	60.40	36.27	4.64	119	125
Abreviaturas utilizadas								
L	Longitud medida sobre planos			Y/D	Nivel de llenado			
i	Pendiente			v	Velocidad			
D <sub>min</sub>	Diámetro nominal mínimo			D <sub>int</sub>	Diámetro interior comercial			
Q <sub>c</sub>	Caudal calculado con simultaneidad			D <sub>com</sub>	Diámetro comercial			

Tabla 24 Colectores relacionados con la Acometida 4. Fuente CYPE MEP

Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D <sub>sal</sub> (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
78	1.38	2.00	200	100x100x125 cm
79	3.41	2.00	200	100x100x120 cm
80	13.23	2.00	200	100x100x125 cm
81	13.34	2.00	160	100x100x120 cm
87	10.56	2.00	110	50x50x50 cm
88	6.62	2.00	110	50x50x50 cm



Arquetas				
Ref.	Ltr (m)	ic (%)	D <sub>sal</sub> (mm)	Dimensiones comerciales (cm)
Abreviaturas utilizadas				
Ref.	Referencia en planos		ic	Pendiente del colector
Ltr	Longitud entre arquetas		D <sub>sal</sub>	Diámetro del colector de salida

Tabla 25 Arquetas relacionadas con la Acometida 4. Fuente CYPE MEP

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 12 – INSTALACION ELECTRICA***

**Alumno/Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	NORMATIVA A SEGUIR.....	1
2.	POTENCIA PREVISTA PARA LA INSTALACION.....	2
3.	INSTALACION .....	3
3.1	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN .....	3
3.2	DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	3
3.3	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS .....	4
3.4	AGUA CALIENTE SANITARIA Y CLIMATIZACION (A.C.S).....	6
4.	BASES DE CÁLCULO.....	7
4.1	SECCIÓN DE LINEAS .....	7
4.1.1	Sección por intensidad máxima admisible o calentamiento.....	7
4.1.2	Sección por caída de tensión.....	8
4.1.3	Sección por intensidad de cortocircuito .....	10
4.2	CALCULO DE PROTECCIONES .....	11
4.2.1	Fusibles.....	11
4.2.2	Interruptores automáticos .....	13
4.2.3	Guardamotores.....	14
4.2.4	Limitaciones de sobretensión.....	14
4.2.5	Protección contra sobretensiones permanentes .....	14
4.3	CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA.....	15
4.3.1	Diseño del sistema de puesta a tierra.....	15
5.	DIMENSIONAMIENTO.....	16
5.1	DISTRIBUCION DE FASES .....	16
5.2	CÁLCULOS.....	17
5.2.1	Línea general de alimentación.....	17
5.2.2	Concentración de contadores .....	18
5.2.3	Derivaciones individuales.....	18
5.2.4	Instalaciones interiores.....	19
5.3	LEYENDAS.....	24
5.3.1	Tablas .....	24
5.3.2	Planos.....	24
6.	PARARRAYOS .....	25
6.1	CALCULO DE LA FRECUENCIA ESPERADA DE IMPACTOS (Ne).....	25
6.2	CALCULO DE RIESGO ADMISIBLE (Na) .....	25
6.3	VERIFICACION.....	26

6.4 INSTALACION.....26

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Potencia instalada. Fuente CYPE MEP .....	2
Tabla 2 Potencia total prevista por instalación. Fuente CYPE MEP .....	2
Tabla 3 Factor de simultaneidad en función del número de circuitos. Fuente CYPE MEP .....	2
Tabla 4 Características de las derivaciones individuales. Fuente CYPE MEP .....	3
Tabla 5 Características de los circuitos interiores de la instalación. Fuente CYPE MEP .....	6
Tabla 6 Equipos para producción de ACS y climatización .....	6
Tabla 7 Valores de la constante K. Fuente CYPE MEP .....	12
Tabla 8 Tipos de curva y su Imag. Fuente CYPE MEP .....	13
Tabla 9 Características del cuadro general de protección Fuente CYPE MEP .....	16
Tabla 10 Características del Cuadro individual de oficinas. Fuente CYPE MEP .....	16
Tabla 11 Calculo línea general de alimentación .....	17
Tabla 12 Descripción de las instalaciones .....	17
Tabla 13 Sobrecarga y cortocircuito .....	17
Tabla 14 Concentración de contadores .....	18
Tabla 15 Calculo derivaciones individuales .....	18
Tabla 16 Descripción de las instalaciones .....	18
Tabla 17 Sobrecargas y cortocircuito .....	18
Tabla 18 Datos de cálculo del cuadro de oficina .....	20
Tabla 19 Descripción de las instalaciones .....	21
Tabla 20 Descripción de instalaciones .....	23
Tabla 21 Frecuencia esperada de impactos. Fuente CYPE MEP .....	25
Tabla 22 Riesgo admisible. Fuente CYPE MEP .....	25

# 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo consiste en especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación eléctrica del Nuevo Centro Deportivo, así como justificar mediante los correspondientes cálculos el cumplimiento del reglamento Electro técnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51.

El cálculo y dimensionamiento de la red eléctrica está realizado a través del programa informático CYPE MEP v2017d, clasificando el edificio como Edificio de locales comerciales y oficinas (número de oficinas: 1).

La distribución de la red eléctrica se puede observar en los Planos 27 y 28.

## 1.1 NORMATIVA A SEGUIR

- REBT-2002: Reglamento electrotécnico de baja tensión e Instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
- UNE 20-435-90 Parte 2: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996: Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 Anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1: Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobre intensidades.

## 2. POTENCIA PREVISTA PARA LA INSTALACION

Al no disponer de las potencias reales instaladas, se asume un valor de 100 W/m<sup>2</sup>, con un mínimo por local u oficina de 3450 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.

Así, la potencia total demandada por la instalación será:

Potencia total	
Esquema	P <sub>Dem</sub> (kW)
CGP-1	76.55
Potencia total demandada	76.55

Tabla 1 Potencia instalada. Fuente CYPE MEP

Dadas las características de la obra y los niveles de electrificación elegidos por el Promotor, puede establecerse la potencia total instalada y demandada por la instalación:

Potencia total prevista por instalación: CGP-1	
Concepto	P Total (kW)
Contadores (Cuadro de oficina)	76.546

Tabla 2 Potencia total prevista por instalación. Fuente CYPE MEP

Para el cálculo de la potencia de los cuadros y subcuadros de distribución se tiene en cuenta la acumulación de potencia de los diferentes circuitos alimentados aguas abajo, aplicando una simultaneidad a cada circuito en función de la naturaleza de las cargas y multiplicando finalmente por un factor de acumulación que varía en función del número de circuitos.

Para los circuitos que alimentan varias tomas de uso general, dado que en condiciones normales no se utilizan toda la toma del circuito, la simultaneidad aplicada para el cálculo de la potencia acumulada aguas arriba se realiza aplicando la fórmula:

$$P_{acum} = \left( 0.1 + \frac{0.9}{N} \right) \cdot N \cdot P_{toma}$$

Finalmente, y teniendo en consideración que los circuitos de alumbrado y motores se acumulan directamente (coeficiente de simultaneidad 1), el factor de acumulación para el resto de circuitos varía en función de su número, aplicando la tabla:

Número de circuitos	Factor de simultaneidad
2 - 3	0.9
4 - 5	0.8
6 - 9	0.7
>= 10	0.6

Tabla 3 Factor de simultaneidad en función del número de circuitos. Fuente CYPE MEP

### 3. INSTALACION

En este apartado se detallan los elementos que forman parte de la instalación:

#### 3.1 CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN

Las cajas generales de protección (CGP) alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación y marcan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios. Se instalará una caja general de protección para cada esquema, con su correspondiente línea general de alimentación.

La caja general de protección se situará en zonas de acceso público. Cuando las puertas de las CGP sean metálicas, deberán ponerse a tierra mediante un conductor de cobre.

Cuando el suministro sea para un único usuario o para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar, conforme a la instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, se simplifica la instalación colocando una caja de protección y medida (CPM).

#### 3.2 DERIVACIONES INDIVIDUALES

Las derivaciones individuales enlazan cada contador con su correspondiente cuadro general de mando y protección.

Para suministros monofásicos estarán formadas por un conductor de fase, un conductor de neutro y uno de protección, y para suministros trifásicos por tres conductores de fase, uno de neutro y uno de protección.

Los conductores de protección estarán integrados en sus derivaciones individuales y conectados a los embarrados de los módulos de protección de cada una de las centralizaciones de contadores de los edificios. Desde éstos, a través de los puntos de puesta a tierra, quedarán conectados a la red registrable de tierra del edificio.

A continuación se detallan los resultados obtenidos para cada derivación:

Derivaciones individuales				
Planta	Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
0	Cuadro de oficina	0.86	XZ1 (AS) 3x240+2G120	Tubo superficial D=160 mm

Tabla 4 Características de las derivaciones individuales. Fuente CYPE MEP

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se hará de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Los tubos y canales protectoras que se destinen a contener las derivaciones individuales deberán ser de una sección nominal tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, siendo el diámetro exterior mínimo de 32 mm.

Se ha previsto la colocación de tubos de reserva desde la concentración de contadores hasta los locales, para las posibles ampliaciones.



### 3.3 INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

Los diferentes circuitos de las instalaciones de usos comunes se protegerán por separado mediante los siguientes elementos:

- Protección contra contactos indirectos: Se realiza mediante uno o varios interruptores diferenciales.
- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos: Se lleva a cabo con interruptores automáticos magnetotérmicos o guardamotors de diferentes intensidades nominales, en función de la sección y naturaleza de los circuitos a proteger. Asimismo, se instalará un interruptor general para proteger la derivación individual.
- Guardamotor, destinado a la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y riesgo de la falta de tensión en una de las fases en los motores trifásicos.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

CIRCUITOS INTERIORES DE LA INSTALACIÓN			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
contadores (Cuadro de oficina)	-		
Sub-grupo 1	-		
C13 (motor de ascensor)	13.50	ES07Z1-K (AS) 5G6	Tubo superficial D=32 mm
Sub-grupo 2	-		
C17 (Ventilador centrífugo en línea)	112.67	H07V-K 5G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
Sub-grupo 3	-		
C2 (tomas)	394.06	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C15 (alumbrado de emergencia)	1968.92	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
C16 (producción de A.C.S. / Calefacción)	5.73	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
C7(4) (tomas)	53.17	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
Sub-grupo 4	-		
C1 (iluminación)	624.52	H07V-K 3G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm
C7 (tomas)	531.85	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C14 (Bomba de circulación (retorno A.C.S.)+Bomba de circulación (climatización)+Ventilador centrífugo en línea)	120.55	H07V-K 3G4	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C18 (Equipo de aire acondicionado (split))	44.76	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm

CIRCUITOS INTERIORES DE LA INSTALACIÓN			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
C6 (iluminación)	485.20	H07V-K 3G10	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm
Sub-grupo 5	-		
C7(2) (tomas)	408.59	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C7(3) (tomas)	525.81	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).1	16.50	RV-K 2x240+1G120	Tubo enterrado D=200 mm
Sub-grupo 1	-		
C1 (iluminación)	57.68	RV-K Multi 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
C14 (alumbrado de emergencia)	170.27	RV-K Multi 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
C2 (tomas)	25.09	RV-K Multi 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	111.82	RV-K Multi 3G16	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=32 mm Tubo superficial D=32 mm
C15 (Central de detección automática de incendios)	8.34	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C13(2) (Equipo de aire acondicionado (split))	20.56	RV-K Multi 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm
Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).2	19.62	RV-K 2x35+1G16	Tubo enterrado D=90 mm Tubo superficial D=40 mm Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=40 mm
Sub-grupo 1	-		
C1 (iluminación)	37.62	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm
C2 (tomas)	9.67	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm
C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	90.65	H07V-K 2x70+1G35	Tubo superficial D=50 mm
C14 (alumbrado de emergencia)	93.71	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm

CIRCUITOS INTERIORES DE LA INSTALACIÓN			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
C15 (Central de detección automática de incendios)	5.57	ES07Z1-K (AS) 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm

Tabla 5 Características de los circuitos interiores de la instalación. Fuente CYPE MEP

### 3.4 AGUA CALIENTE SANITARIA Y CLIMATIZACION (A.C.S)

La instalación incluye equipos para producción de A.C.S. y climatización, siendo su descripción, ubicación y potencia eléctrica la descrita en la siguiente tabla:

Equipos para producción de A.C.S. y climatización		
Descripción	Planta	P <sub>calc</sub> [W]
<b>contadores (Cuadro de oficina)</b>		
Grupo térmico a gas	0	405.0(monof.)
Acumulador de agua a gas	0	7.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	1	2760.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	0	1590.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	0	1590.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	0	2760.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	0	1590.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	0	1590.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	0	2760.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	0	1590.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	1	2760.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	1	2760.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	1	4050.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	1	4050.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	1	4050.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	1	4050.0(monof.)
Unidad exterior de aire acondicionado split 1x1	1	2160.0(monof.)

Tabla 6 Equipos para producción de ACS y climatización

## 4. BASES DE CÁLCULO

En este apartado se exponen los métodos de cálculo utilizados por el programa CYPE MEP para el dimensionamiento de la instalación:

### 4.1 SECCIÓN DE LINEAS

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- **Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento:** La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.
- **Criterio de la caída de tensión.** La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.
- **Criterio para la intensidad de cortocircuito.** La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

#### 4.1.1 Sección por intensidad máxima admisible o calentamiento

En el cálculo de las instalaciones se ha comprobado que las intensidades de cálculo de las líneas son inferiores a las intensidades máximas admisibles de los conductores según la norma UNE-HD 60364-5-52, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

$$I_c < I_z$$

**Intensidad de cálculo en servicio monofásico:**

$$I_c = \frac{P_c}{U_f \cdot \cos \theta}$$

**Intensidad de cálculo en servicio trifásico:**

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \theta}$$

Siendo:

$I_c$  (A): Intensidad de cálculo del circuito

$I_z$ (A): Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación

$P_c$  (W): Potencia de cálculo

$U_f$  (V): Tensión simple

$U_l$ (V): Tensión compuesta

$\cos \theta$ : Factor de potencia

**4.1.2 Sección por caída de tensión**

De acuerdo a las instrucciones ITC-BT-14, ITC-BT-15 y ITC-BT-19 del REBT se verifican las siguientes condiciones:

En las instalaciones de enlace, la caída de tensión no debe superar los siguientes valores:

- En el caso de contadores concentrados en un único lugar:
  - o Línea general de alimentación: 0,5%
  - o Derivaciones individuales: 1,0%
- En el caso de contadores concentrados en más de un lugar:
  - o Línea general de alimentación: 1,0%
  - o Derivaciones individuales: 0,5%

Para cualquier circuito interior de viviendas, la caída de tensión no debe superar el 3% de la tensión nominal.

Para el resto de circuitos interiores, la caída de tensión límite es de:

- Circuitos de alumbrado: 3,0%
- Resto de circuitos: 5,0%

**Para receptores monofásicos la caída de tensión viene dada por:**

$$\Delta U = 2 \cdot L \cdot I_c \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

**Para receptores trifásicos la caída de tensión viene dada por:**

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_c \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

Siendo:

L: Longitud del cable, en m

X: Reactancia del cable, en  $\Omega/\text{km}$ . Se considera despreciable hasta un valor de sección del cable de  $120 \text{ mm}^2$ . A partir de esta sección se considera un valor para la reactancia de  $0,08 \Omega/\text{km}$ .

R: Resistencia del cable, en  $\Omega/\text{m}$ . Viene dada por:

$$R = \rho \cdot \frac{1}{S}$$

Siendo:

$\rho$ : Resistividad del material, en  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

S: Sección, en  $\text{mm}^2$

Se comprueba la caída de tensión a la temperatura prevista de servicio del conductor, siendo ésta de:

$$T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot \left( \frac{I_c}{I_z} \right)^2$$

Siendo:

T: Temperatura real estimada en el conductor, en  $^\circ\text{C}$

$T_0$ : Temperatura ambiente para el conductor ( $40^\circ\text{C}$  para cables al aire y  $25^\circ\text{C}$  para cables enterrados)

$T_{\text{max}}$ : Temperatura máxima admisible del conductor según su tipo de aislamiento ( $90^\circ\text{C}$  para conductores con aislamientos termoestables y  $70^\circ\text{C}$  para conductores con aislamientos termoplásticos, según la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-07).

Con ello la resistividad a la temperatura prevista de servicio del conductor es de:

$$\rho_T = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

#### Para el cobre

$$\alpha = 0.00393^\circ\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{56} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

#### Para el aluminio

$$\alpha = 0.00403^\circ\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^\circ\text{C}} = \frac{1}{35} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

#### 4.1.3 Sección por intensidad de cortocircuito

Se calculan las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas, tanto en cabecera 'I<sub>ccc</sub>' como en pie 'I<sub>ccp</sub>', de cada una de las líneas que componen la instalación eléctrica, teniendo en cuenta que la máxima intensidad de cortocircuito se establece para un cortocircuito entre fases, y la mínima intensidad de cortocircuito para un cortocircuito fase-neutro.

##### Entre fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

##### Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

Siendo:

U<sub>l</sub> (V): Tensión compuesta

U<sub>f</sub> (V): Tensión simple

Z<sub>t</sub> (mΩ): Impedancia total en el punto de cortocircuito

I<sub>cc</sub> (kA): Intensidad de cortocircuito

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtiene a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red aguas arriba del punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Siendo:

R<sub>t</sub>: Resistencia total en el punto de cortocircuito.

X<sub>t</sub>: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

La impedancia total en cabecera se ha calculado teniendo en cuenta la ubicación del transformador y de la acometida.

En el caso de partir de un transformador se calcula la resistencia y reactancia del transformador aplicando la formulación siguiente:

$$R_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{R_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

$$X_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{X_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

Siendo:

$R_{cc,T}$ : Resistencia de cortocircuito del transformador, en  $m\Omega$

$X_{cc,T}$ : Reactancia de cortocircuito del transformador, en  $m\Omega$

$ER_{cc,T}$ : Tensión resistiva de cortocircuito del transformador

$EX_{cc,T}$ : Tensión reactiva de cortocircuito del transformador

$S_n$ : Potencia aparente del transformador, en kVA

En el caso de introducir la intensidad de cortocircuito en cabecera, se estima la resistencia y reactancia de la acometida aguas arriba que genere la intensidad de cortocircuito indicada.

## 4.2 CALCULO DE PROTECCIONES

### 4.2.1 Fusibles

Los fusibles protegen a los conductores frente a sobrecargas y cortocircuitos. Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

Siendo:

$I_c$ : Intensidad que circula por el circuito, en A

$I_n$ : Intensidad nominal del dispositivo de protección, en A

$I_z$ : Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

$I_2$ : Intensidad de funcionamiento de la protección, en A. En el caso de los fusibles de tipo gG se toma igual a 1,6 veces la intensidad nominal del fusible.

Frente a cortocircuito se verifica que los fusibles cumplen que:

- El poder de corte del fusible " $I_{cu}$ " es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse.
- Cualquier intensidad de cortocircuito que puede presentarse se debe interrumpir en un tiempo inferior al que provocaría que el conductor alcanzase su temperatura límite (160°C para cables con aislamientos termoplásticos y 250°C para cables con aislamientos termoestables), comprobándose que:



$$I_{cc,5s} > I_f$$

$$I_{cc} > I_f$$

Siendo:

$I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito en la línea que protege el fusible, en A

$I_f$ : Intensidad de fusión del fusible en 5 segundos, en A

$I_{cc, 5s}$ : Intensidad de cortocircuito en el cable durante el tiempo máximo de 5 segundos, en A. Se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Siendo:

S: Sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

t: tiempo de duración del cortocircuito, en s

k: constante que depende del material y aislamiento del conductor

	PVC	XLPE
Cu	115	143
Al	76	94

Tabla 7 Valores de la constante K. Fuente CYPE MEP

La longitud máxima de cable protegida por un fusible frente a cortocircuito se calcula como sigue:

$$L_{max} = \frac{U_f}{I_f \cdot \sqrt{(R_f + R_n)^2 + (X_f + X_n)^2}}$$

Siendo:

$R_f$ : Resistencia del conductor de fase, en  $\Omega$ /km

$R_n$ : Resistencia del conductor de neutro,  $\Omega$ /km

$X_f$ : Reactancia del conductor de fase, en  $\Omega$ /km

$X_n$ : Reactancia del conductor de neutro, en  $\Omega$ /km

#### 4.2.2 Interruptores automáticos

Al igual que los fusibles, los interruptores automáticos protegen frente a sobrecargas y cortocircuito.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

Siendo:

$I_c$ : Intensidad que circula por el circuito, en A

$I_2$ : Intensidad de funcionamiento de la protección. En este caso, se toma igual a 1,45 veces la intensidad nominal del interruptor automático.

Frente a cortocircuito se verifica que los interruptores automáticos cumplen que:

- El poder de corte del interruptor automático ' $I_{cu}$ ' es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse en cabecera del circuito.
- La intensidad de cortocircuito mínima en pie del circuito es superior a la intensidad de regulación del disparo electromagnético ' $I_{mag}$ ' del interruptor automático según su tipo de curva.

	<b><math>I_{mag}</math></b>
Curva B	5 x $I_n$
Curva C	10 x $I_n$
Curva D	20 x $I_n$

Tabla 8 Tipos de curva y su  $I_{mag}$ . Fuente CYPE MEP

- El tiempo de actuación del interruptor automático es inferior al que provocaría daños en el conductor por alcanzarse en el mismo la temperatura máxima admisible según su tipo de aislamiento. Para ello, se comparan los valores de energía específica pasante ( $I^2 \cdot t$ ) durante la duración del cortocircuito, expresados en  $A^2 \cdot s$ , que permite pasar el interruptor, y la que admite el conductor.
- Para esta última comprobación se calcula el tiempo máximo en el que debería actuar la protección en caso de producirse el cortocircuito, tanto para la intensidad de cortocircuito máxima en cabecera de línea como para la intensidad de cortocircuito mínima en pie de línea, según la expresión ya reflejada anteriormente:

$$t = \frac{k^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2}$$

- Los interruptores automáticos cortan en un tiempo inferior a 0,1 s, según la norma UNE 60898, por lo que si el tiempo anteriormente calculado estuviera por encima de dicho valor, el disparo del interruptor automático quedaría garantizado para cualquier intensidad de cortocircuito que se produjese a lo largo del cable. En caso contrario, se comprueba la curva  $i^2t$  del interruptor, de manera que el valor de la energía específica pasante del interruptor sea inferior a la energía específica pasante admisible por el cable.

$$I^2 \cdot t_{\text{interruptor}} \leq I^2 \cdot t_{\text{cable}}$$

$$I^2 \cdot t_{\text{cable}} = k^2 \cdot S^2$$

#### 4.2.3 Guardamotores

Una alternativa al empleo de interruptores automáticos para la protección de motores monofásicos o trifásicos frente a sobrecargas y cortocircuitos es la utilización de guardamotores. Se diferencian de los magnetotérmicos en que se trata de una protección regulable capaz de soportar la intensidad de arranque de los motores, además de actuar en caso de falta de tensión en una de sus fases.

#### 4.2.4 Limitaciones de sobretensión

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

#### 4.2.5 Protección contra sobretensiones permanentes

La protección contra sobretensiones permanentes requiere un sistema de protección distinto del empleado en las sobretensiones transitorias. En vez de derivar a tierra para evitar el exceso de tensión, se necesita desconectar la instalación de la red eléctrica para evitar que la sobretensión llegue a los equipos.

El uso de la protección contra este tipo de sobretensiones es indispensable en áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica.

En áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica la instalación se protegerá contra sobretensiones permanentes, según se indica en el artículo 16.3 del REBT.

La protección consiste en una bobina asociada al interruptor automático que controla la tensión de la instalación y que, en caso de sobretensión permanente, provoca el disparo del interruptor asociado.

### 4.3 CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

#### 4.3.1 Diseño del sistema de puesta a tierra

Red de toma de tierra para estructura metálica compuesta por 164 m de cable conductor de cobre desnudo recocado de 35 mm<sup>2</sup> de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm y 8 m de cable conductor de cobre desnudo recocado de 35 mm<sup>2</sup> de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares a conectar.

- Los interruptores diferenciales protegen frente a contactos directos e indirectos y deben cumplir los dos requisitos siguientes: Debe actuar correctamente para el valor de la intensidad de defecto calculada, de manera que la sensibilidad 'S' asignada al diferencial cumpla:

$$S \leq \frac{U_{seg}}{R_T}$$

Siendo:

U<sub>seg</sub>: Tensión de seguridad, en V. De acuerdo a la instrucción ITC-BT-18 del reglamento REBT la tensión de seguridad es de 24 V para los locales húmedos y viviendas y 50 V para el resto.

R<sub>T</sub>: Resistencia de puesta a tierra, en ohm. Este valor debe ser inferior a 15 ohm para edificios con pararrayos y a 37 ohm en edificios sin pararrayos, de acuerdo con GUIA-BT-26.

- Debe desconectar en un tiempo compatible con el exigido por las curvas de seguridad.

Por otro lado, la sensibilidad del interruptor diferencial debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

## 5. DIMENSIONAMIENTO

### 5.1 DISTRIBUCION DE FASES

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CGP-1					
Planta	Esquema	P <sub>calc</sub> [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
0	<b>CGP-1</b>	-	25515.4	25515.4	25515.4
0		-	25515.4	25515.4	25515.4
0	contadores (Cuadro de oficina)	76546.1	25515.4	25515.4	25515.4

Tabla 9 Características del cuadro general de protección Fuente CYPE MEP

Cuadro de oficina						
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]			
			R	S	T	
C13 (motor de ascensor)	C13 (motor de ascensor)	-	4333.3	4333.3	4333.3	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	-	3644.0	
C6 (iluminación)	C6 (iluminación)	-	-	-	3630.0	
C14 (Bomba de circulación (retorno A.C.S.) Bomba de circulación (climatización) Ventilador centrífugo en línea)	C14 (Bomba de circulación (retorno A.C.S.) Bomba de circulación (climatización) Ventilador centrífugo en línea)	-	-	-	367.0	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	2900.0	-	
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	-	2900.0	
C7(2) (tomas)	C7(2) (tomas)	-	-	-	2900.0	
C15 (alumbrado de emergencia)	C15 (alumbrado de emergencia)	-	-	648.0	-	
C16 (producción de A.C.S. / Calefacción)	C16 (producción de A.C.S. / Calefacción)	-	-	412.0	-	
C17 (Ventilador centrífugo en línea)	C17 (Ventilador centrífugo en línea)	-	375.0	375.0	375.0	
C7(3) (tomas)	C7(3) (tomas)	-	-	-	2900.0	
C7(4) (tomas)	C7(4) (tomas)	-	-	1100.0	-	
C18 (Equipo de aire acondicionado (split))	C18 (Equipo de aire acondicionado (split))	-	-	-	3450.0	
Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).1	Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).1	-	-	16944.0	-	
C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	-	-	12570.0	-	
C13(2) (Equipo de aire acondicionado (split))	C13(2) (Equipo de aire acondicionado (split))	-	-	1987.5	-	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	841.2	-	
C14 (alumbrado de emergencia)	C14 (alumbrado de emergencia)	-	-	118.8	-	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	1300.0	-	
C15 (Central de detección automática de incendios)	C15 (Central de detección automática de incendios)	-	-	2300.0	-	
Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).2	Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).2	-	26058.8	-	-	
C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	-	24892.5	-	-	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	520.0	-	-	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	1100.0	-	-	
C14 (alumbrado de emergencia)	C14 (alumbrado de emergencia)	-	75.6	-	-	
C15 (Central de detección automática de incendios)	C15 (Central de detección automática de incendios)	-	2300.0	-	-	

Tabla 10 Características del Cuadro individual de oficinas. Fuente CYPE MEP

## 5.2 CÁLCULOS

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

### 5.2.1 Línea general de alimentación

La línea general de alimentación (LGA) enlaza la caja general de protección con una o varias centralizaciones de contadores.

La longitud, sección y protecciones de las líneas generales de alimentación, que posteriormente se justificarán en la Memoria Justificativa, se indican a continuación:

Datos de cálculo						
Esquema	P <sub>calc</sub> (kW)	Longitud (m)	Línea	I <sub>c</sub> (A)	I' <sub>z</sub> (A)	c.d.t (%)
CGP-1	76.55	4.38	RZ1-K (AS) 4x35+1G16	112.86	152.00	0.12

Tabla 11 Cálculo línea general de alimentación

La línea general de alimentación estará constituida por tres conductores de fase y un conductor de neutro. Discurriendo por la misma conducción se dispondrá del correspondiente conductor de protección, cuando la conexión del punto de puesta a tierra con el conductor de tierra general se realice en la C.G.P.

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se hará de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Cuando la línea general de alimentación se instale en el interior de tubos, el diámetro nominal será el indicado en la tabla del reglamento para esta parte de la instalación de enlace. En el caso de instalarse en otro tipo de canalización sus dimensiones serán tales que permitan ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 por 100.

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I <sub>z</sub> (A)	FC <sub>agrup</sub>	R <sub>inc</sub> (%)	I' <sub>z</sub> (A)
CGP-1	RZ1-K (AS) 4x35+1G16	Tubo enterrado D=110 mm	152.00	1.00	-	152.00

Tabla 12 Descripción de las instalaciones

Sobrecarga y cortocircuito											
Esquema	Línea	I <sub>c</sub> (A)	Protecciones Fusible (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>cu</sub> (kA)	I <sub>ccc</sub> (kA)	I <sub>ccp</sub> (kA)	t <sub>iccp</sub> (s)	t <sub>ficcp</sub> (s)	L <sub>max</sub> (m)
CGP-1	RZ1-K (AS) 4x35+1G16	112.86	125	200.00	152.00	100	12.000	5.204	0.92	0.12	220.96

Tabla 13 Sobrecarga y cortocircuito

### 5.2.2 Concentración de contadores

Cuando las diferentes concentraciones de contadores se encuentren en el mismo cuarto de contadores, se considerará una única centralización a efectos de establecer los límites de caída de tensión en las instalaciones de enlace.

Las centralizaciones de contadores (CC) estarán formadas por varios módulos destinados a albergar los siguientes elementos:

- Interruptor general de maniobra (IGM).
- Embarrado general y fusibles de seguridad.
- Aparatos de medida.
- Embarrado de protección y bornes de salida.

Las protecciones correspondientes a la centralización de contadores aparecen en el apartado de derivaciones individuales.

La centralización se instalará en un lugar específico para contadores eléctricos. Este recinto cumplirá las condiciones técnicas especificadas por la Compañía Suministradora.

Concentración de contadores			
Esquema	P <sub>calc</sub> (kW)	Longitud (m)	Protecciones Línea
CC-1	76.5	-	I: 160.00 A

Tabla 14 Concentración de contadores

### 5.2.3 Derivaciones individuales

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P <sub>calc</sub> (kW)	Longitud (m)	Línea	I <sub>c</sub> (A)	I' <sub>z</sub> (A)	c.d.t (%)	c.d.t <sub>ac</sub> (%)
0	Cuadro de oficina	76.55	0.86	XZ1 (AS) 3x240+2G120	112.86	306.00	-	-

Tabla 15 Calculo derivaciones individuales

Descripción de las instalaciones							
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I <sub>z</sub> (A)	FC <sub>agrup</sub>	R <sub>inc</sub> (%)	I' <sub>z</sub> (A)	
Cuadro de oficina	XZ1 (AS) 3x240+2G120	Tubo superficial D=160 mm	306.00	1.00	-	306.00	

Tabla 16 Descripción de las instalaciones

Sobrecarga y cortocircuito											
Esquema	Línea	I <sub>c</sub> (A)	Protecciones Fusible (A)	I <sub>2</sub> (A)	I <sub>z</sub> (A)	I <sub>cu</sub> (kA)	I <sub>ccc</sub> (kA)	I <sub>ccp</sub> (kA)	t <sub>iccp</sub> (s)	t <sub>ficcp</sub> (s)	L <sub>max</sub> (m)
Cuadro de oficina	XZ1 (AS) 3x240+2G120	112.86	125	200.00	306.00	100	10.451	5.159	19.13	0.12	618.51

Tabla 17 Sobrecargas y cortocircuito

#### 5.2.4 Instalaciones interiores

En la entrada de cada oficina se instala un cuadro general de mando y protección, que contiene los siguientes dispositivos de protección:

- **Interruptor diferencial general**, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.
- **Interruptor automático de corte omnipolar**, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Para cumplir con ITC-BT-47 en el caso particular de motores trifásicos, la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se lleva a cabo mediante guardamotores, protección que cubre además el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de Cuadro de oficina							
Esquema	P <sub>calc</sub> (kW)	Longitud (m)	Línea	I <sub>c</sub> (A)	I' <sub>z</sub> (A)	c.d.t (%)	c.d.t <sub>ac</sub> (%)
<b>Cuadro de oficina</b>							
<b>Sub-grupo 1</b>							
C13 (motor de ascensor)	13.00	13.50	ES07Z1-K (AS) 5G6	23.45	31.00	0.37	0.38
<b>Sub-grupo 2</b>							
C17 (Ventilador centrífugo en línea)	1.13	112.67	H07V-K 5G2.5	2.21	18.00	0.17	0.18
<b>Sub-grupo 3</b>							
C2 (tomas)	3.45	394.06	H07V-K 3G2.5	15.00	20.00	5.13	5.14
C15 (alumbrado de emergencia)	0.65	1968.92	H07V-K 3G1.5	2.82	14.50	1.96	1.96
C16 (producción de A.C.S. / Calefacción)	0.41	5.73	H07V-K 3G1.5	2.10	14.50	0.04	0.05
C7(4) (tomas)	3.45	53.17	H07V-K 3G2.5	15.00	20.00	5.67	5.68
<b>Sub-grupo 4</b>							
C1 (iluminación)	3.64	624.52	H07V-K 3G6	15.84	34.00	3.53	3.54
C7 (tomas)	3.45	531.85	H07V-K 3G2.5	15.00	20.00	5.79	5.80
C14 (Bomba de circulación (retorno A.C.S.)+Bomba de circulación (climatización)+Ventilador centrífugo en línea)	0.37	120.55	H07V-K 3G4	22.54	26.00	0.13	0.14
C18 (Equipo de aire acondicionado (split))	3.45	44.76	H07V-K 3G2.5	15.00	20.00	4.77	4.78
C6 (iluminación)	3.63	485.20	H07V-K 3G10	15.78	46.00	2.68	2.68
<b>Sub-grupo 5</b>							
C7(2) (tomas)	3.45	408.59	H07V-K 3G2.5	15.00	20.00	5.91	5.92
C7(3) (tomas)	3.45	525.81	H07V-K 3G2.5	15.00	20.00	5.92	5.92
<b>Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).1</b>	16.94	16.50	RV-K 2x240+1G120	74.03	402.00	0.09	0.10
<b>Sub-grupo 1</b>							
C1 (iluminación)	0.84	57.68	RV-K Multi 3G1.5	3.66	17.50	1.78	1.88
C14 (alumbrado de emergencia)	0.12	170.27	RV-K Multi 3G1.5	0.52	17.50	0.18	0.28
C2 (tomas)	3.45	25.09	RV-K Multi 3G2.5	15.00	24.00	1.20	1.30
C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	12.57	111.82	RV-K Multi 3G16	55.03	77.00	4.40	4.49
C15 (Central de detección automática de incendios)	2.30	8.34	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	10.00	24.00	0.58	0.67
C13(2) (Equipo de aire acondicionado (split))	1.99	20.56	RV-K Multi 3G1.5	8.88	17.50	2.08	2.17
<b>Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).2</b>	26.06	19.62	RV-K 2x35+1G16	113.32	140.00	1.18	1.18



Datos de cálculo de Cuadro de oficina							
Esquema	P <sub>calc</sub> (kW)	Longitud (m)	Línea	I <sub>c</sub> (A)	I' <sub>z</sub> (A)	c.d.t (%)	c.d.t <sub>ac</sub> (%)
<b>Sub-grupo 1</b>							
C1 (iluminación)	0.52	37.62	H07V-K 3G1.5	2.26	14.50	0.72	1.90
C2 (tomas)	3.45	9.67	H07V-K 3G2.5	15.00	20.00	0.62	1.80
C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	24.89	90.65	H07V-K 2x70+1G35	108.26	155.00	1.21	2.39
C14 (alumbrado de emergencia)	0.08	93.71	H07V-K 3G1.5	0.33	14.50	0.10	1.28
C15 (Central de detección automática de incendios)	2.30	5.57	ES07Z1-K (AS) 3G2.5	10.00	20.00	0.38	1.56

Tabla 18 Datos de cálculo del cuadro de oficina

Descripción de las instalaciones							
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I <sub>z</sub> (A)	F <sub>Cagrup</sub>	R <sub>inc</sub> (%)	I' <sub>z</sub> (A)	
C13 (motor de ascensor)	ES07Z1-K (AS) 5G6	Tubo superficial D=32 mm	31.00	1.00	-	31.00	
C17 (Ventilador centrífugo en línea)	H07V-K 5G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	18.00	1.00	-	18.00	
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00	
C15 (alumbrado de emergencia)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50	
C16 (producción de A.C.S. / Calefacción)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50	
C7(4) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00	
C1 (iluminación)	H07V-K 3G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm	34.00	1.00	-	34.00	
C7 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00	
C14 (Bomba de circulación (retorno A.C.S.)+Bomba de circulación (climatización)+Ventilador centrífugo en línea)	H07V-K 3G4	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	26.00	1.00	-	26.00	
C18 (Equipo de aire acondicionado (split))	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00	
C6 (iluminación)	H07V-K 3G10	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm	46.00	1.00	-	46.00	
C7(2) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00	
C7(3) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00	

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I <sub>z</sub> (A)	FC <sub>agrup</sub>	R <sub>inc</sub> (%)	I' <sub>z</sub> (A)
Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).1	RV-K 2x240+1G120	Tubo enterrado D=200 mm	402.00	1.00	-	402.00
C1 (iluminación)	RV-K Multi 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	17.50	1.00	-	17.50
C14 (alumbrado de emergencia)	RV-K Multi 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	17.50	1.00	-	17.50
C2 (tomas)	RV-K Multi 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	24.00	1.00	-	24.00
C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	RV-K Multi 3G16	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=32 mm	77.00	1.00	-	77.00
		Tubo superficial D=32 mm	77.00	1.00	-	77.00
C15 (Central de detección automática de incendios)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	24.00	1.00	-	24.00
C13(2) (Equipo de aire acondicionado (split))	RV-K Multi 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).2	RV-K 2x35+1G16	Tubo enterrado D=90 mm	140.00	1.00	-	140.00
		Tubo superficial D=40 mm	143.00	1.00	-	143.00
		Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=40 mm	143.00	1.00	-	143.00
C1 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	H07V-K 2x70+1G35	Tubo superficial D=50 mm	155.00	1.00	-	155.00
C14 (alumbrado de emergencia)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
C15 (Central de detección automática de incendios)	ES07Z1-K (AS) 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00

Tabla 19 Descripción de las instalaciones

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I <sub>z</sub> (A)	FC <sub>agrup</sub>	R <sub>inc</sub> (%)	I' <sub>z</sub> (A)
C13 (motor de ascensor)	ES07Z1-K (AS) 5G6	Tubo superficial D=32 mm	31.00	1.00	-	31.00

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I <sub>z</sub> (A)	F <sub>Cagrup</sub>	R <sub>inc</sub> (%)	I' <sub>z</sub> (A)
C17 (Ventilador centrífugo en línea)	H07V-K 5G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	18.00	1.00	-	18.00
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C15 (alumbrado de emergencia)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
C16 (producción de A.C.S. / Calefacción)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
C7(4) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C1 (iluminación)	H07V-K 3G6	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm	34.00	1.00	-	34.00
C7 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C14 (Bomba de circulación (retorno A.C.S.) +Bomba de circulación (climatización)+Ventilador centrífugo en línea)	H07V-K 3G4	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	26.00	1.00	-	26.00
C18 (Equipo de aire acondicionado (split))	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C6 (iluminación)	H07V-K 3G10	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=25 mm	46.00	1.00	-	46.00
C7(2) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C7(3) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).1	RV-K 2x240+1G120	Tubo enterrado D=200 mm	402.00	1.00	-	402.00

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I <sub>z</sub> (A)	F <sub>Cagrup</sub>	R <sub>inc</sub> (%)	I' <sub>z</sub> (A)
C1 (iluminación)	RV-K Multi 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	17.50	1.00	-	17.50
C14 (alumbrado de emergencia)	RV-K Multi 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	17.50	1.00	-	17.50
C2 (tomas)	RV-K Multi 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	24.00	1.00	-	24.00
C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	RV-K Multi 3G16	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=32 mm	77.00	1.00	-	77.00
		Tubo superficial D=32 mm	77.00	1.00	-	77.00
C15 (Central de detección automática de incendios)	RZ1-K (AS) Multi 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	24.00	1.00	-	24.00
C13(2) (Equipo de aire acondicionado (split))	RV-K Multi 3G1.5	Tubo superficial D=32 mm	17.50	1.00	-	17.50
Subcuadro contadores (Cuadro de oficina).2	RV-K 2x35+1G16	Tubo enterrado D=90 mm	140.00	1.00	-	140.00
		Tubo superficial D=40 mm	143.00	1.00	-	143.00
		Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=40 mm	143.00	1.00	-	143.00
C1 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00
C13 (Equipo de aire acondicionado (split))	H07V-K 2x70+1G35	Tubo superficial D=50 mm	155.00	1.00	-	155.00
C14 (alumbrado de emergencia)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=16 mm	14.50	1.00	-	14.50
C15 (Central de detección automática de incendios)	ES07Z1-K (AS) 3G2.5	Tubo empotrado, en una pared de mampostería D=20 mm	20.00	1.00	-	20.00

Tabla 20 Descripción de instalaciones





























### 5.3 LEYENDAS

En este apartado se recogen todos los términos utilizados en las tablas anteriores y en los planos:

#### 5.3.1 Tablas

Leyenda	
c.d.t	caída de tensión (%)
c.d.t <sub>ac</sub>	caída de tensión acumulada (%)
I <sub>c</sub>	intensidad de cálculo del circuito (A)
I <sub>z</sub>	intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)
F <sub>c<sub>grup</sub></sub>	factor de corrección por agrupamiento
R <sub>inc</sub>	Porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)
I' <sub>z</sub>	intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)
I <sub>2</sub>	intensidad de funcionamiento de la protección (A)
I <sub>cu</sub>	poder de corte de la protección (kA)
I <sub>ccc</sub>	intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
I <sub>ccp</sub>	intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)
L <sub>max</sub>	longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)
P <sub>calc</sub>	potencia de cálculo (kW)
t <sub>iccc</sub>	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)
t <sub>iccp</sub>	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)
t <sub>ficcp</sub>	tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)

#### 5.3.2 Planos

	Servicio monofásico		Servicio trifásico
	Bomba de circulación		Interruptor
	Toma de uso general		Toma de uso general doble
	Conmutador		Toma de uso general, estanca
	Toma de uso general doble, estanca		Luminaria de emergencia
	Luminaria de emergencia, estanca		Lámpara fluorescente con tres tubos
	Lámpara fluorescente con dos tubos		Interruptor estanco
	Equipo de aire acondicionado (split)		Equipo de producción de A.C.S. / calefacción
	Bomba de circulación		Aspirador para ventilación mecánica
	Calentador eléctrico		Lámpara fluorescente
	Detector óptico de humos		Central de detección automática de incendios
	Caja general de protección (CGP)		Concentración de contadores (CC)
	Cuadro individual		Subcuadro
	Motor de ascensor		Pararrayos con dispositivo de cebado (PDC)

## 6. PARARRAYOS

En el presente proyecto es necesario la instalación de un sistema de protección contra los rayos debido a que la frecuencia esperada de impactos ( $N_e$ ) es mayor que el riesgo admisible ( $N_a$ ), excepto cuando la eficiencia 'E' este comprendida entre 0 y 0.8.

Para más detalle, ver Plano 35.

A continuación se verifica la necesidad del pararrayos:

### 6.1 CALCULO DE LA FRECUENCIA ESPERADA DE IMPACTOS ( $N_e$ )

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6}$$

Siendo

$N_g$ : Densidad de impactos sobre el terreno (impactos/año, km<sup>2</sup>).

$A_e$ : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>.

$C_1$ : Coeficiente relacionado con el entorno.

$N_g$ (Sestao) = 5.00 impactos/año, km <sup>2</sup>
$A_e$ = 6484.73 m <sup>2</sup>
$C_1$ (aislado) = 1.00
$N_e$ = 0.0324 impactos/año

Tabla 21 Frecuencia esperada de impactos. Fuente CYPE MEP

### 6.2 CALCULO DE RIESGO ADMISIBLE ( $N_a$ )

$$N_a = \frac{5.5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Siendo

$C_2$ : Coeficiente en función del tipo de construcción.

$C_3$ : Coeficiente en función del contenido del edificio.

$C_4$ : Coeficiente en función del uso del edificio.

$C_5$ : Coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio.

$C_2$ (estructura metálica/cubierta metálica) = 0.50
$C_3$ (otros contenidos) = 1.00
$C_4$ (pública concurrencia, sanitario, comercial, docente) = 3.00
$C_5$ (resto de edificios) = 1.00
$N_a$ = 0.0037 impactos/año

Tabla 22 Riesgo admisible. Fuente CYPE MEP

### 6.3 VERIFICACION

Altura del edificio = 9.6 m  $\leq$  43.0 m

$N_e = 0.0324 > N_a = 0.0037$  impactos/año

ES NECESARIO INSTALAR UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

### 6.4 INSTALACION

Sistema externo de protección frente al rayo, estará formado por un pararrayos tipo "PDC" con dispositivo de cebado y avance de 30  $\mu$ s.

El radio de protección es de 64 m para un nivel de protección 3 según DB SUA Seguridad de utilización y accesibilidad (CTE), colocado en cubierta sobre mástil de acero galvanizado y 6 m de altura.

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 13 – ILUMINACIÓN INTERIOR***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019



Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO .....	1
3.	NIVEL DE ILUMINACIÓN .....	2
3.1	ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACION .....	2
3.2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA .....	3
3.3	POTENCIA INSTALADA .....	5
4.	CALCULO.....	6
4.1	SALA DE MAQUINAS .....	6
4.1.1	Alumbrado normal.....	6
4.1.2	Alumbrado de emergencia.....	7
4.2	ASEO (ENFERMERÍA).....	8
4.2.1	Alumbrado normal.....	8
4.2.2	Alumbrado de emergencia.....	9
4.3	ENFERMERIA .....	11
4.3.1	Alumbrado normal.....	11
4.3.2	Alumbrado de emergencia:.....	12
4.4	ASEOS (PLANTA BAJA).....	14
4.4.1	Alumbrado normal.....	14
4.4.2	Alumbrado de emergencia.....	16
4.5	VESTUARIO DISCAPACITADOS.....	18
4.5.1	Alumbrado normal.....	18
4.5.2	Alumbrado de emergencia.....	19
4.6	VESTUARIO 1 .....	21
4.6.1	Alumbrado normal.....	21
4.6.2	Alumbrado de emergencia:.....	22
4.7	VESTUARIO 2 .....	24
4.7.1	Alumbrado normal.....	24
4.7.2	Alumbrado de emergencia:.....	25
4.8	VESTUARIOS 3 .....	27
4.8.1	Alumbrado normal.....	27
4.8.2	Alumbrado de emergencia.....	28
4.9	PASILLO .....	29
4.9.1	Alumbrado normal.....	29
4.9.2	Alumbrado de emergencia:.....	31
4.10	HANGAR.....	32

4.10.1	Alumbrado normal.....	32
4.10.2	Alumbrado de emergencia:.....	35
4.11	GIMNASIO .....	37
4.11.1	Alumbrado normal.....	37
4.11.2	Alumbrado de emergencia:.....	39
4.12	ESCALERAS .....	40
4.12.1	Alumbrado normal.....	40
4.12.2	Alumbrado de emergencia:.....	42
4.12.3	Alumbrado de emergencia:.....	44
4.13	ZONA DE DESCANSO .....	45
4.13.1	Alumbrado normal.....	45
4.13.2	Alumbrado de emergencia:.....	46
4.14	PASILLO 2 .....	48
4.14.1	Alumbrado normal.....	48
4.14.2	Alumbrado de emergencia:.....	49
4.15	SALA DE REUNIONES.....	50
4.15.1	Alumbrado normal.....	50
4.15.2	Alumbrado de emergencia:.....	51
4.16	OFICINAS .....	53
4.16.1	Alumbrado normal.....	53
4.16.2	Alumbrado de emergencia:.....	54
4.17	ASEO MUJERES ( planta 1) .....	56
4.17.1	Alumbrado normal.....	56
4.17.2	Alumbrado de emergencia:.....	57
4.18	ASEO HOMBRES (planta 1).....	59
4.18.1	Alumbrado normal.....	59
	Alumbrado de emergencia: .....	61
4.19	MUSEO .....	62
4.19.1	Alumbrado normal.....	62
4.19.2	Alumbrado de emergencia:.....	64
5.	CURVAS FOTOMETRICAS .....	66
5.1	ALUMBRADO NORMAL.....	66
5.1.1	Tipo 1.....	66
5.1.2	Tipo 2.....	66
5.1.3	Tipo 3.....	67
5.1.4	Tipo 4.....	67

5.1.5	Tipo 5.....	68
5.1.6	Tipo 6.....	68
5.2	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	69
5.2.1	Tipo 1.....	69
5.2.2	Tipo 2.....	69

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Valores mínimos de iluminancia. Fuente CYPE MEP .....	2
Tabla 2	Niveles de luminaria en zonas administrativas. Fuente CYPE MEP .....	2
Tabla 3	Nivel de luminaria en zonas húmedas. Fuente CYPE MEP .....	3
Tabla 4	Nivel de luminaria en almacenes. Fuente CYPE MEP .....	3
Tabla 5	Nivel de luminaria en zonas comunes. Fuente CYPE MEP .....	3
Tabla 6	Altura mínima de colocación de las luminarias de emergencia. Fuente CYPE MEP .....	4
Tabla 7	Niveles de iluminación en caso de emergencia. Fuente CYPE MEP .....	4
Tabla 8	Calidad de la iluminación en caso de emergencia. Fuente CYPE MEP.....	4
Tabla 9	Iluminación de las señales de emergencia y equipos de extincion. Fuente CYPE MEP ...	4
Tabla 10	Potencia instalada en cada recinto .....	5

## 1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este anejo es diseñar la instalación de iluminación en el interior del nuevo centro deportivo para conseguir un ambiente luminoso óptimo en cada espacio. Para ello se definirán el tipo de luminarias a emplear y su distribución.

Para la elaboración del anejo se ha aplicado la normativa vigente del CTE DB HE 3 (Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación; CTE DB – SUA 4 (Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada); ITC-BT: Alumbrado normal y alumbrado de emergencia; Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT).

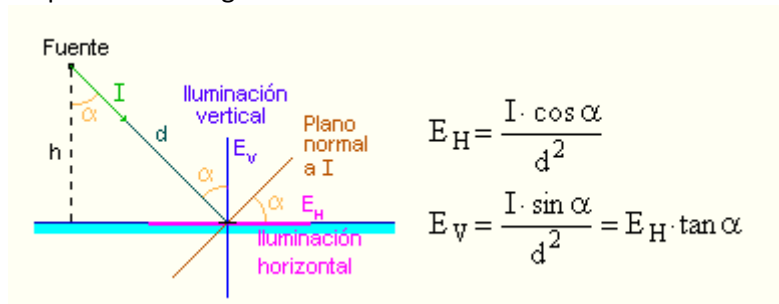
El cálculo y diseño de la red de iluminación está realizado a través del programa informático CYPE MEP v2017d, clasificando el edificio como Edificio de locales comerciales y oficinas (número de oficinas: 1).

## 2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

El método llevado a cabo por el programa informático CYPE MEP es el de punto por punto que consiste en primer lugar, en la colocación de un plano de trabajo en el cual se calculará la iluminancia para un grupo de puntos situados en él.

A continuación se calcula la iluminancia en los distintos puntos de ese plano y se establece un promedio de todos los valores ( $E_m$ ). Los resultados obtenidos deben ser mayores que los valores mínimos de luminancia necesarios definidos en la norma UNE- EN 12464-1:2012.

Las formulas a emplear son las siguientes:



Dónde:

- $E_H$  (Lux): nivel de iluminación en un punto de una superficie horizontal.
- $E_v$  (lux): nivel de iluminación en un punto de una superficie vertical.
- $I$  (candelas): intensidad de flujo luminoso según la dirección del punto a la fuente. Puede obtenerse de diagramas polares de la luminaria o de la matriz de intensidades que generalmente proporciona el fabricante de luminarias.
- $\alpha$ : ángulo formado por el rayo luminoso y la vertical que pasa por la luminaria
- $H$  (m): altura del plano de trabajo a la lámpara

### 3. NIVEL DE ILUMINACIÓN

#### 3.1 ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACION

El nivel de iluminación recomendados para las zonas de circulación establecidas por el CTE DB SUA 4 son:

Zona			NORMA	PROYECTO
Zona			Iluminancia mínima [lux]	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	20	
		Resto de zonas	20	
	Para vehículos o mixtas		20	
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	100	
		Resto de zonas	100	112
	Para vehículos o mixtas		50	
Factor de uniformidad media			fu <sup>3</sup> 40 %	52 %

Tabla 1 Valores mínimos de iluminancia. Fuente CYPE MEP

A continuación se adjuntan los niveles obtenidos con la luminaria seleccionada en los diferentes espacios, verificando que cumple con la normativa.

Administrativo en general												
VEEI máximo admisible: 3.00 W/m <sup>2</sup>												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de las ventanas del local	Ángulo de sombra
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Em (lux)	UGR	Ra	T	θ (°)		
Planta baja	Enfermería (Despacho)	1	60	0.80	104.00	1.66	2.60	173.10	13.0	85.0	0.00	0.0
Planta 1	Zona de descanso (Sala de descanso)	4	125	0.80	260.00	0.60	1.80	155.37	16.0	85.0	0.05	90.0
Planta 1	S. Reuniones (Oficinas)	3	105	0.80	156.00	1.04	1.80	161.48	17.0	85.0	0.05	90.0
Planta 1	Despacho (Oficinas)	3	99	0.80	208.00	1.27	1.90	263.83	15.0	85.0	0.05	90.0

Tabla 2 Niveles de luminaria en zonas administrativas. Fuente CYPE MEP

Zonas comunes												
VEEI máximo admisible: 6.00 W/m <sup>2</sup>												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas		
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Em (lux)	UGR	Ra				
Planta baja	Aseo (Aseo de planta)	0	13	0.80	52.00	3.67	5.90	191.05	0.0	85.0		
Planta baja	Aseo homb (Aseo de planta)	1	40	0.80	104.00	1.59	3.50	165.85	13.0	85.0		
Planta baja	Aseo mujer (Aseo de planta)	1	34	0.80	104.00	1.70	3.40	177.21	12.0	85.0		
Planta baja	Aseo discap (Aseo de planta)	1	21	0.80	52.00	2.31	4.90	120.30	0.0	85.0		
Planta baja	Vestuario 3 (Aseo de planta)	1	99	0.80	312.00	0.55	3.30	172.25	13.0	85.0		
Planta baja	Vestuario 1 (Aseo de planta)	1	39	0.80	104.00	1.07	4.90	110.89	12.0	85.0		

Planta baja	Vestuario 2 (Aseo de planta)	1	96	0.80	312.00	0.59	3.40	182.93	13.0	85.0
Planta 1	Aseo 1 (Aseo de planta)	1	45	0.80	104.00	1.79	2.50	185.73	16.0	85.0
Planta 1	Aseo 2 (Aseo de planta)	1	36	0.80	104.00	1.92	2.60	199.26	15.0	85.0

Tabla 3 Nivel de luminaria en zonas húmedas. Fuente CYPE MEP

Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas											
VEEI máximo admisible: 4.00 W/m <sup>2</sup>											
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Em (lux)	UGR	Ra			
Planta baja	Sala de máquinas (Cuarto técnico)	1	34	0.80	52.00	2.59	2.30	134.76	15.0	85.0	

Tabla 4 Nivel de luminaria en almacenes. Fuente CYPE MEP

Zonas comunes												
VEEI máximo admisible: 6.00 W/m <sup>2</sup>												
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Eficiencia de las lámparas utilizadas en el local	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de las ventanas del local	Ángulo de sombra
K	n	Fm	P (W)	Lm/W	VEEI (W/m <sup>2</sup> )	Em (lux)	UGR	Ra	T	θ (°)		
Planta baja	Pasillo (Vestíbulo de entrada)	1	54	0.80	814.00	0.32	2.40	263.90	16.0	85.0	0.00	0.0
Planta baja	HANGAR (Zona de circulación)	3	169	0.80	3150.00	0.05	1.70	172.36	23.0	85.0	0.00	0.0
Planta baja	Gimnasio (Zona de circulación)	2	117	0.80	826.00	0.33	2.10	273.09	18.0	85.0	0.05	90.0
Planta baja	escaleras (Zona de circulación)	0	35	0.80	208.00	1.03	5.90	215.18	13.0	85.0	0.00	0.0
Planta 1	Pasillo (Vestíbulo de entrada)	1	42	0.80	520.00	0.63	2.10	325.36	18.0	85.0	0.00	0.0
Planta 1	Museo (Zona de circulación)	2	117	0.80	1062.00	0.28	1.90	296.89	20.0	85.0	0.02	90.0

Tabla 5 Nivel de luminaria en zonas comunes. Fuente CYPE MEP

### 3.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Para cumplir la normativa vigente, se deberán disponer luminarias de emergencia en las siguientes zonas:

- Recorridos de evacuación
- Aparcamientos cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup>.
- Locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- Locales de riesgo especial.
- Lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado.
- Señales de seguridad

La altura mínima de colocación de las luminarias de emergencia debe ser al menos a una altura de 2 metros por encima del nivel del suelo.

	NORMA	PROYECTO
Altura de colocación	$h \geq 2 \text{ m}$	$H = 2.20 \text{ m}$

Tabla 6 Altura mínima de colocación de las luminarias de emergencia. Fuente CYPE MEP

Independientemente de las zonas anteriormente nombradas se dispondrá alumbrado de emergencia en:

- Cada puerta de salida
- Señalando el emplazamiento de un equipo de seguridad
- Puertas existentes en los recorridos de evacuación
- Escaleras (cada tramo debe recibir iluminación directa)
- En cualquier sitio a nivel
- En los cambios de dirección y en las intersecciones de los pasillos.

Esto se puede comprobar en el *Plano 36 y 37*

El alumbrado de emergencia entrara en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en las zonas de alumbrado normal. Alcanzando al menos, el 50% del nivel de iluminación requerido en las vías de evacuación al cabo de 5 segundos de producirse el fallo y del 100% a los 60 segundos. Este requisito se deberá garantizar al menos durante una hora desde que se produce el fallo

		NORMA	PROYECTO
Vías de evacuación de anchura $\leq 2\text{m}$	Iluminancia en el eje central	$\geq 1 \text{ lux}$	1.17 luxes
	Iluminancia en la banda central	$\geq 0.5 \text{ luxes}$	1.13 luxes
Vías de evacuación de anchura $> 2\text{m}$	Pueden ser tratadas como varias bandas de anchura $\leq 2\text{m}$		

Tabla 7 Niveles de iluminación en caso de emergencia. Fuente CYPE MEP

	NORMA	PROYECTO
Relación entre iluminancia máxima y mínima a lo largo de la línea central	$\leq 40:1$	2:1
Puntos donde estén situados: equipos de seguridad, instalaciones de protección contra incendios y cuadros de distribución del alumbrado.	Iluminancia $\geq 5 \text{ luxes}$	7.54 luxes
Valor mínimo del Índice de Rendimiento Cromático (Ra)	$Ra \geq 40$	$Ra = 80.00$

Tabla 8 Calidad de la iluminación en caso de emergencia. Fuente CYPE MEP

En lo referente a la iluminación de las señales de seguridad ubicadas en las vías de evacuación y los equipos de extinción de incendios, se deben garantizar las siguientes condiciones de servicio:

		NORMA	PROYECTO
Luminancia de cualquier área de color de seguridad		$\geq 2 \text{ cd/m}^2$	$3 \text{ cd/m}^2$
Relación entre la luminancia máxima/mínima dentro del color blanco o de seguridad		$\leq 10:1$	10:1
Relación entre la luminancia $L_{\text{blanca}}$ y la luminancia $L_{\text{color}} > 10$		$\geq 5:1$	
		$\leq 15:1$	10:1
Tiempo en el que se debe alcanzar cada nivel de iluminación	$\geq 50\%$	--> 5 s	5 s
	100%	--> 60 s	60 s

Tabla 9 Iluminación de las señales de emergencia y equipos de extinción. Fuente CYPE MEP



### 3.3 POTENCIA INSTALADA

La potencia total instalada por unidad de superficie iluminada se obtiene sumando la potencia de todos los espacios y dividiendo ente la superficie:

<b>Tipo de uso: Locales y oficinas</b>			
Potencia límite: 12.00 W/m <sup>2</sup>			
Planta	Recinto	Superficie iluminada	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.
		S(m <sup>2</sup> )	P (W)
Planta baja	Enfermería (Despacho)	23	104.00
Planta 1	Zona de descanso (Sala de descanso)	91	260.00
Planta 1	S. Reuniones (Oficinas)	52	156.00
Planta 1	Despacho (Oficinas)	40	208.00
Planta baja	Aseo (Aseo de planta)	5	52.00
Planta baja	Aseo homb (Aseo de planta)	18	104.00
Planta baja	Aseo mujer (Aseo de planta)	17	104.00
Planta baja	Aseo discp (Aseo de planta)	9	52.00
Planta baja	Vestuario 3 (Aseo de planta)	54	312.00
Planta baja	Vestuario 1 (Aseo de planta)	19	104.00
Planta baja	Vestuario 2 (Aseo de planta)	49	312.00
Planta 1	Aseo 1 (Aseo de planta)	22	104.00
Planta 1	Aseo 2 (Aseo de planta)	20	104.00
Planta baja	Sala de máquinas (Cuarto técnico)	17	52.00
Planta baja	Pasillo (Vestíbulo de entrada)	127	814.00
Planta baja	HANGAR (Zona de circulación)	1025	3150.00
Planta baja	Gimnasio (Zona de circulación)	140	826.00
Planta baja	escaleras (Zona de circulación)	16	208.00
Planta 1	Pasillo (Vestíbulo de entrada)	74	520.00
Planta 1	Museo (Zona de circulación)	186	1062.00
TOTAL		2003	8608.00
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada: $P_{tot}/S_{tot}$ (W/m <sup>2</sup> ): 4.30			

*Tabla 10 Potencia instalada en cada recinto*

## 4. CALCULO

En este apartado se adjuntan todos los datos y cálculos correspondientes a la instalación de iluminación en cada uno de los recintos definidos en la nave.

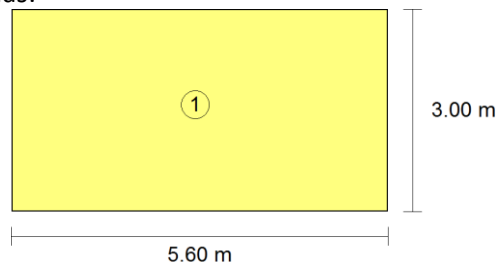
### 4.1 SALA DE MAQUINAS

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Sala de máquinas (Cuarto técnico)	<b>Planta:</b>	Planta baja
<b>Superficie:</b>	16.8 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	3.30 m <b>Volumen:</b> 55.3 m <sup>3</sup>

#### 4.1.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	1.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	1.05
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	9

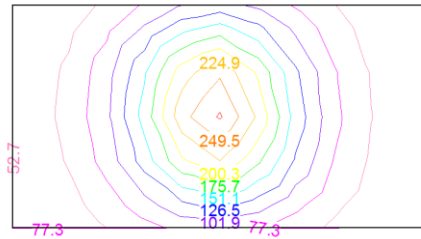
Disposición de las luminarias:



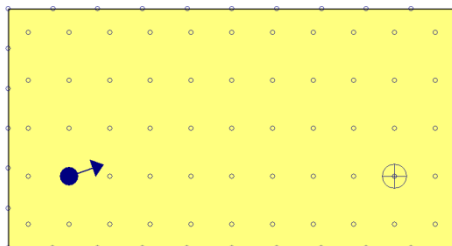
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	1	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	78	63	1 x 52.0
						<b>Total = 52.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	49.33 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	134.76 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	15.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	2.30 W/m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:</b>	3.10 W/m <sup>2</sup>
<b>Factor de uniformidad:</b>	36.60 %

### Valores calculados de iluminancia



### Posición de los valores pésimos calculados

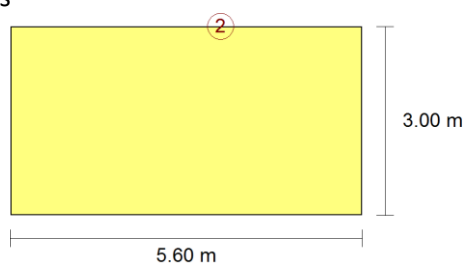


- ⊕ Iluminancia mínima (49.33 lux)
- ← Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 87)

#### 4.1.2 Alumbrado de emergencia

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

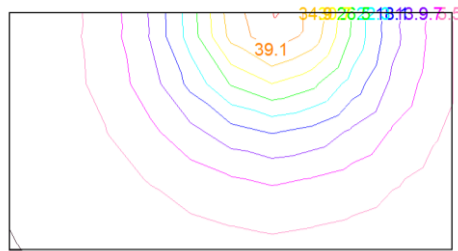
### Disposición de las luminarias



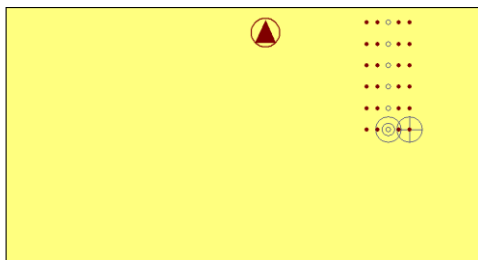
Nº	Cantidad	Descripción
2	1	Luminaria de emergencia estanca, con tubo compacto fluorescente, 11 W - G5, flujo luminoso 750 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	10.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	9.02 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	1.37
Altura sobre el nivel del suelo:	2.85 m

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (10.00 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (9.02 lux)
- ⊖ Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 6)
- ⊖ Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 24)
- Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ⚠ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (60.52 lux)

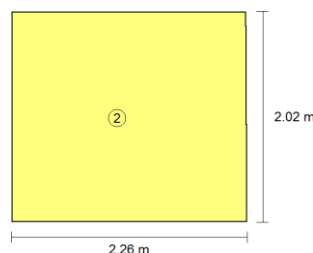
4.2 ASEO (ENFERMERÍA)

RECINTO			
Referencia:	Aseo (Aseo de planta)	Planta:	Planta baja
Superficie:	4.5 m <sup>2</sup>	Altura libre:	3.30 m Volumen: 15.0 m <sup>3</sup>

4.2.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.37
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

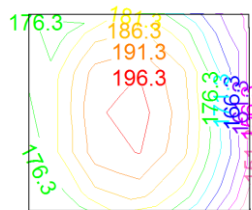
Disposición de las luminarias



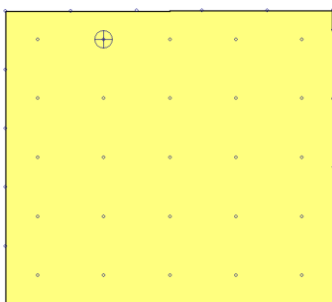
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
2	1	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 69%	4050	78	69	1 x 52.0
						<b>Total = 52.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	184.23 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	191.05 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	5.90 W/m <sup>2</sup>
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	11.43 W/m <sup>2</sup>
Factor de uniformidad:	96.43 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados

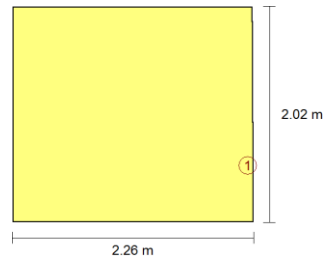


- ⊕ Iluminancia mínima (184.23 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 45)

#### 4.2.2 Alumbrado de emergencia

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

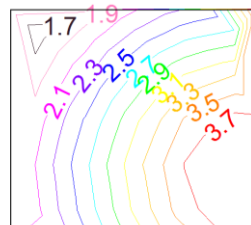
Disposición de las luminarias:



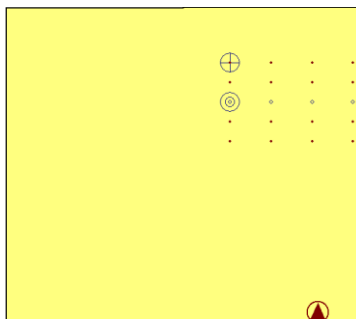
Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	3.00 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	2.70 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	1.10
Altura sobre el nivel del suelo:	2.87 m

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (3.00 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (2.70 lux)
- ⊖ Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 4)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 16)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ▲ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (12.19 lux)

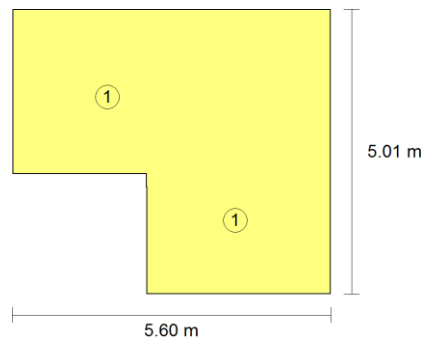
### 4.3 ENFERMERIA

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Enfermería (Despacho)	<b>Planta:</b>	Planta baja
<b>Superficie:</b>	23.0 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	3.30 m
		<b>Volumen:</b>	76.1 m <sup>3</sup>

#### 4.3.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	1.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	1.16
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	9

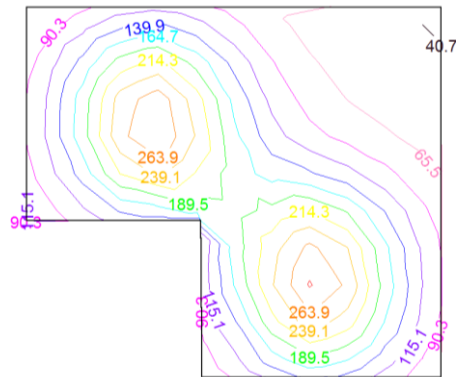
Disposición de las luminarias:



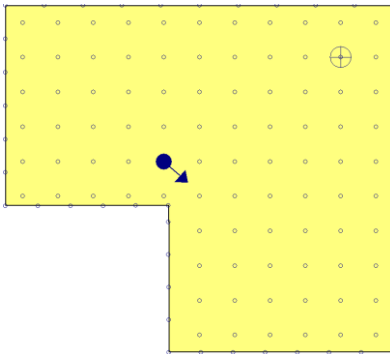
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	39	63	2 x 52.0
						<b>Total = 104.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	48.29 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	173.10 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	13.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	2.60 W/m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:</b>	4.51 W/m <sup>2</sup>
<b>Factor de uniformidad:</b>	27.90 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

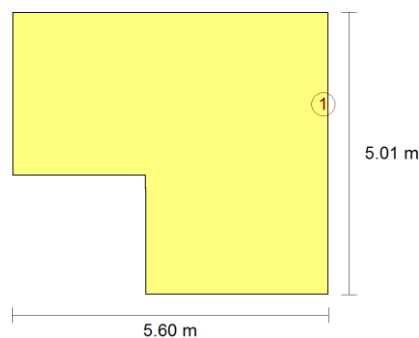


- ⊕ Iluminancia mínima (48.29 lux)
- ◀ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 13.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 133)

#### 4.3.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias:

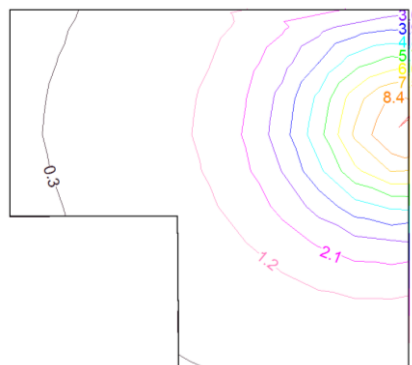




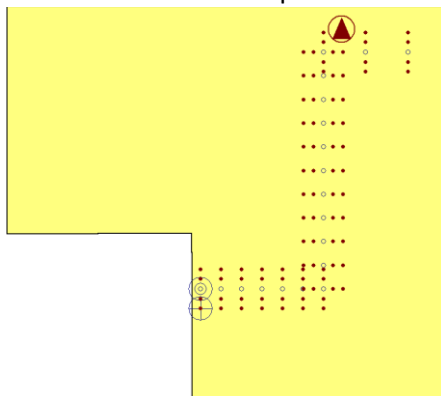
Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.73 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.66 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	4.13
Altura sobre el nivel del suelo:	2.87 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (0.73 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (0.66 lux)
- Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 21)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 84)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ⊗ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (2.68 lux)

#### 4.4 ASEOS (PLANTA BAJA)

Las características de ambos aseos en la planta baja son parecidas:

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Aseo hombre (Aseo de planta)	<b>Planta:</b>	Planta baja
<b>Superficie:</b>	17.9 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	3.30 m <b>Volumen:</b> 58.9 m <sup>3</sup>

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Aseo mujer (Aseo de planta)	<b>Planta:</b>	Planta baja
<b>Superficie:</b>	17.1 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	3.30 m <b>Volumen:</b> 56.6 m <sup>3</sup>

##### 4.4.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	0.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	0.69
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	4

Disposición de las luminarias:

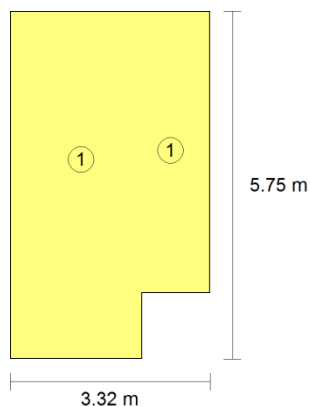


Fig. 2 Disposición Aseo Hombres. Fuente CYPE MEP

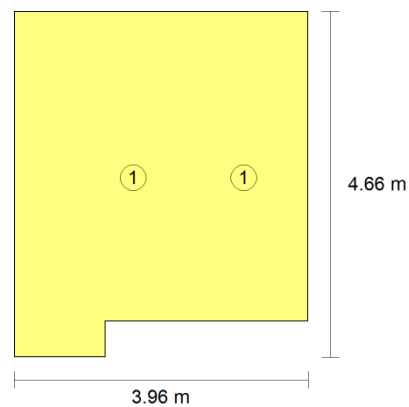


Fig. 1 Disposición Aseo Mujeres. Fuente CYPE MEP

Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	39	63	2 x 52.0
						<b>Total = 104.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos – Aseo	
Iluminancia mínima:	79.34 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	165.85 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	13.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	3.50 W/m <sup>2</sup>
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	5.83 W/m <sup>2</sup>
Factor de uniformidad:	47.84 %

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	123.36 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	177.21 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	12.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	3.40 W/m <sup>2</sup>
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	6.06 W/m <sup>2</sup>
Factor de uniformidad:	69.61 %

Valores calculados de iluminancia

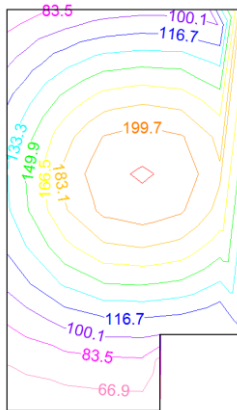


Fig. 4 Valores Aseo Hombres. Fuente CYPE MEP

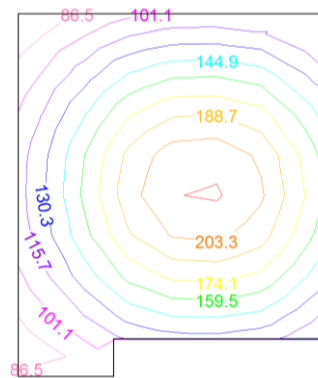
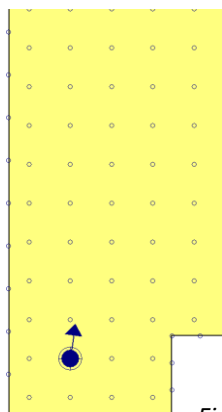


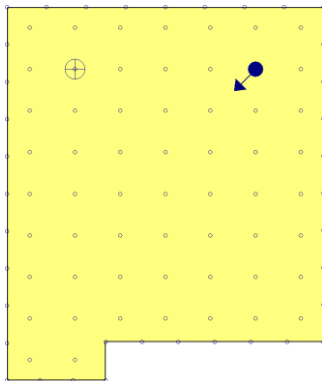
Fig. 3 Valores Aseo Mujeres. Fuente CYPE MEP

Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (79.34 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 13.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 100)

Fig. 5 Posición valores pésimos Aseo hombres. Fuente CYPE MEP



- ⊕ Iluminancia mínima (123.36 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 12.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 95)

Fig. 6 Posición valores pésimos aseo mujeres. Fuente CYPE MEP

#### 4.4.2 Alumbrado de emergencia

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias:

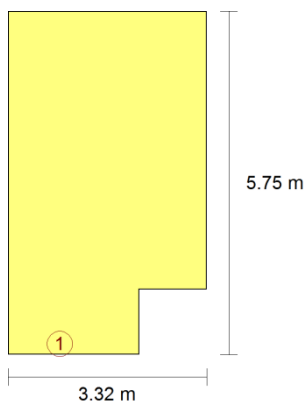


Fig. 8 Disposición de las luminarias de emergencia aseo hombres. Fuente CYPE MEP

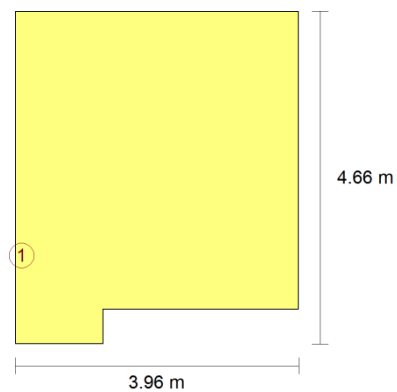


Fig. 7 Disposición de las luminarias de emergencia aseo mujeres. Fuente CYPE MEP

Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos – Aseo hombres	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.48 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.38 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	2.36
Altura sobre el nivel del suelo:	2.87 m

Valores de cálculo obtenidos – Aseo mujeres	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.27 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.22 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	2.93
Altura sobre el nivel del suelo:	2.87 m

### Valores calculados de iluminancia

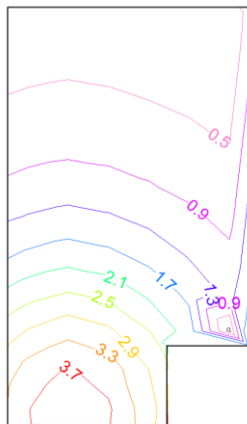


Fig. 10 Valores iluminancia aseo hombres. Fuente CYPE MEP

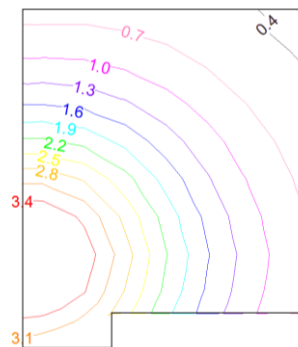
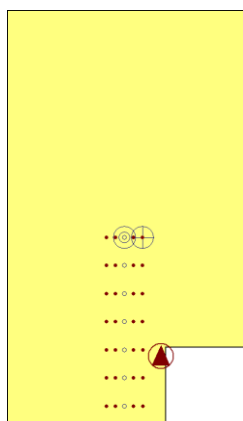


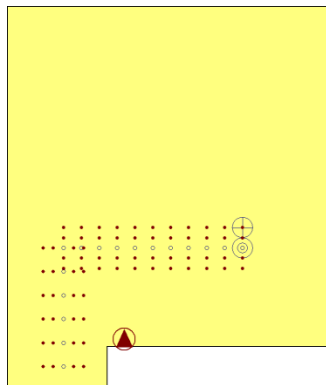
Fig. 9 Valores iluminancia aseo mujeres. Fuente CYPE MEP

### Posición de los valores pésimos calculados



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.48 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.38 lux)
- ⊙ Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 7)
- ⊕ Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 28)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ▲ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (3.94 lux)

Fig. 11 Posición de valores pésimos aseo hombres. Fuente CYPE MEP



- ⊗ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.27 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.22 lux)
- Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 17)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 68)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ⊗ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (4.34 lux)

Fig. 12 Posición de valores pésimos aseo mujeres. Fuente CYPE MEP

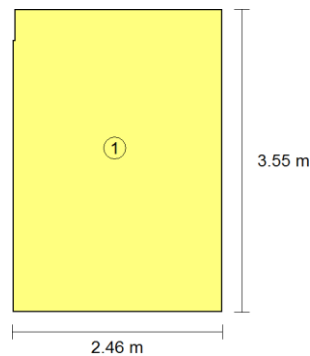
#### 4.5 VESTUARIO DISCAPACITADOS

RECINTO			
Referencia:	Vestuario disc (Aseo de planta)	Planta:	Planta baja
Superficie:	8.7 m <sup>2</sup>	Altura libre:	3.30 m Volumen: 28.8 m <sup>3</sup>

##### 4.5.1 Alumbrado normal

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.50
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Disposición de las luminarias:

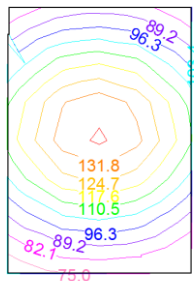


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)

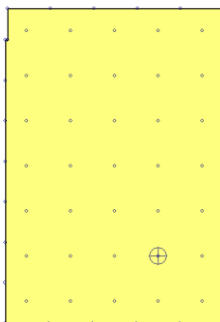
1	1	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	78	63	1 x 52.0
						<b>Total = 52.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	101.99 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	120.30 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	0.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	4.90 W/m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:</b>	5.96 W/m <sup>2</sup>
<b>Factor de uniformidad:</b>	84.78 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados

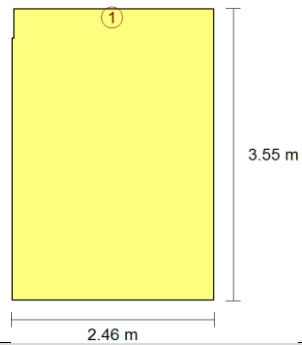


- ⊕ Iluminancia mínima (101.99 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 62)

#### 4.5.2 Alumbrado de emergencia

Alumbrado de emergencia	
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.00
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.00
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.00
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>	80.00

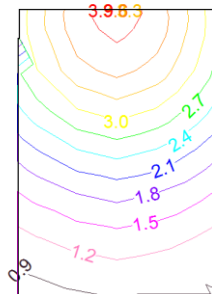
Disposición de las luminarias:



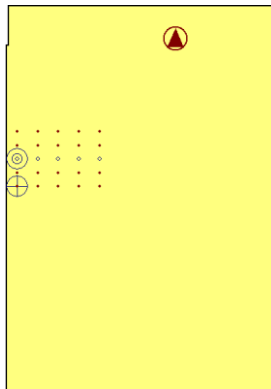
Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	2.31 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	2.08 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	1.24
Altura sobre el nivel del suelo:	2.87 m

#### Valores calculados de iluminancia



#### Posición de los valores pésimos calculados



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (2.31 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (2.08 lux)
- Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 5)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 20)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ⬆ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (13.32 lux)



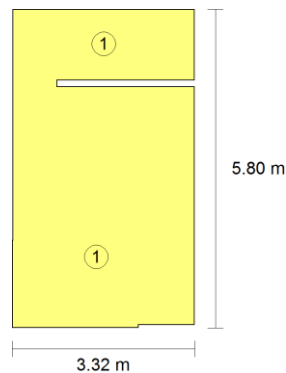
## 4.6 VESTUARIO 1

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Vestuario 1 (Aseo de planta)	<b>Planta:</b>	Planta baja
<b>Superficie:</b>	18.9 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	3.30 m <b>Volumen:</b> 62.5 m <sup>3</sup>

### 4.6.1 Alumbrado normal

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	0.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	0.57
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	4

Disposición de las luminarias:

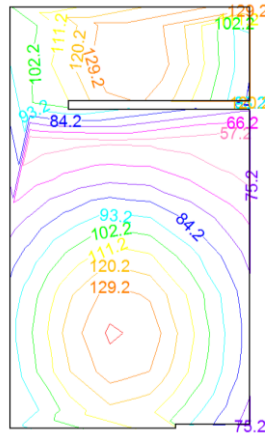


Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	39	63	2 x 52.0
						<b>Total = 104.0 W</b>

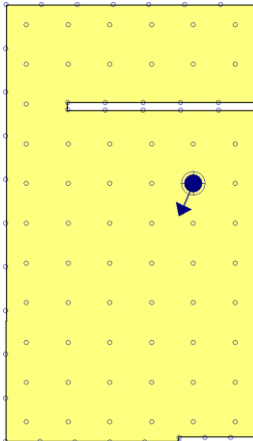
Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	65.94 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	110.89 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	12.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	4.90 W/m <sup>2</sup>

Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	5.49 W/m <sup>2</sup>
Factor de uniformidad:	59.47 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

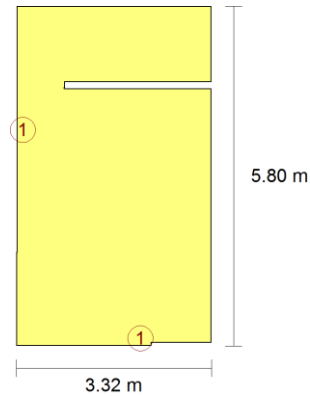


- ⊕ Iluminancia mínima (65.94 lux)
- ← Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 12.00)
- ⊙ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 110)

#### 4.6.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

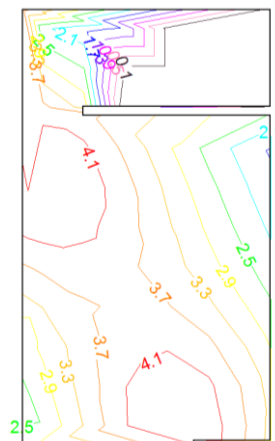
Disposición de las luminarias:



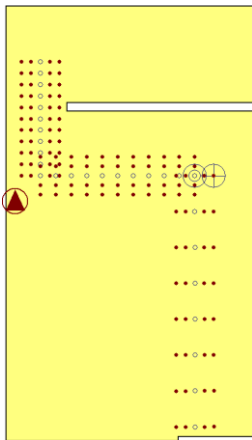
Nº	Cantidad	Descripción
1	2	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	2.55 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	2.30 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	1.79
Altura sobre el nivel del suelo:	2.87 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊕ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (2.55 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (2.30 lux)
- ⊕ Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 30)
- ⊕ Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 120)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ▲ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (12.55 lux)

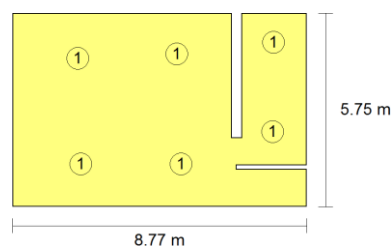
## 4.7 VESTUARIO 2

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Vestuario 2 (Aseo de planta)	<b>Planta:</b>	Planta baja
<b>Superficie:</b>	49.1 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	3.30 m
		<b>Volumen:</b>	162.0 m <sup>3</sup>

### 4.7.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	0.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	0.84
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	4

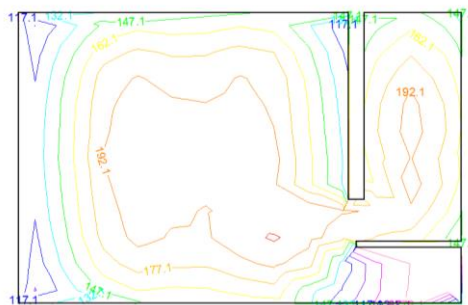
Disposición de las luminarias:



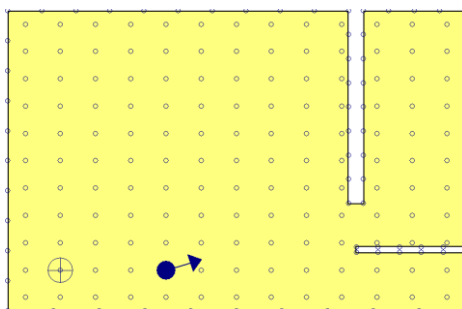
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	6	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	13	63	6 x 52.0
						<b>Total = 312.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	140.71 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	182.93 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	13.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	3.40 W/m <sup>2</sup>
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	6.36 W/m <sup>2</sup>
Factor de uniformidad:	76.92 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

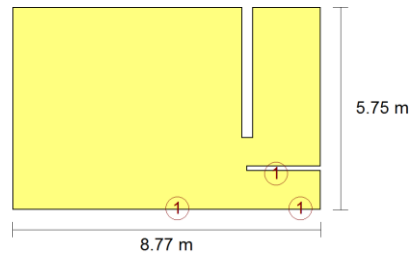


- ⊕ Iluminancia mínima (140.71 lux)
- ↔ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 13.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 218)

#### 4.7.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

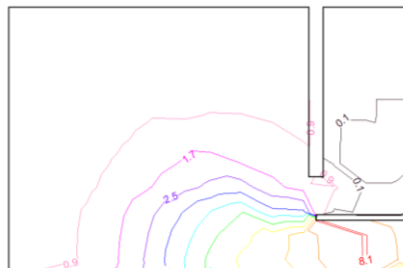
Disposición de las luminarias:



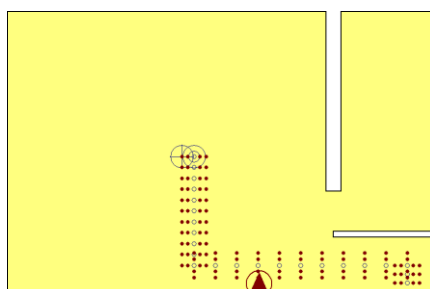
Nº	Cantidad	Descripción
1	3	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.46 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.35 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	5.62
Altura sobre el nivel del suelo:	2.87 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊗ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.46 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.35 lux)
- Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 25)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 100)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ▲ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (13.65 lux)

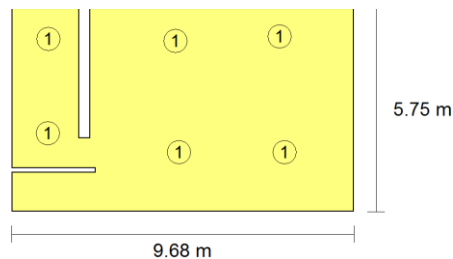
## 4.8 VESTUARIOS 3

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Vestuario 3 (Aseo de planta)	<b>Planta:</b>	Planta baja
<b>Superficie:</b>	54.4 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	3.30 m
		<b>Volumen:</b>	179.4 m <sup>3</sup>

### 4.8.1 Alumbrado normal

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	0.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	0.88
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	4

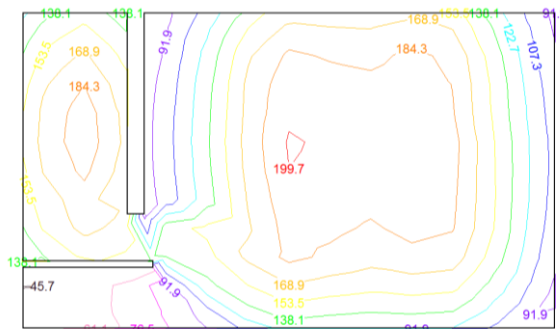
Disposición de las luminarias:



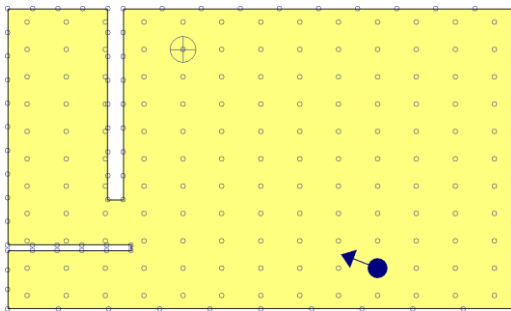
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	6	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	13	63	6 x 52.0
						<b>Total = 312.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	127.94 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	172.25 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	13.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	3.30 W/m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:</b>	5.74 W/m <sup>2</sup>
<b>Factor de uniformidad:</b>	74.28 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados

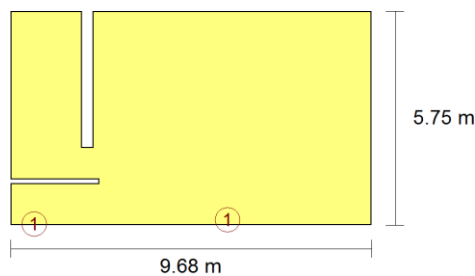


- ⊕ Iluminancia mínima (127.94 lux)
- ◐ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 13.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 218)

#### 4.8.2 Alumbrado de emergencia

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Disposición de las luminarias:

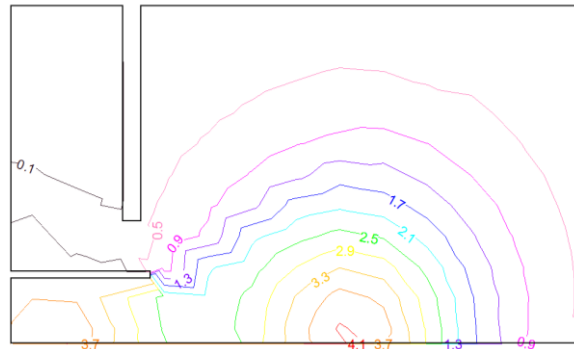


Nº	Cantidad	Descripción
1	2	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

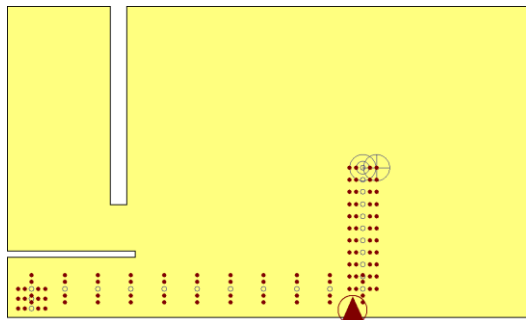


Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.44 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.35 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	2.86
Altura sobre el nivel del suelo:	2.87 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊗ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.44 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.35 lux)
- ⊙ Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 25)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 100)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ⊗ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (11.33 lux)

## 4.9 PASILLO

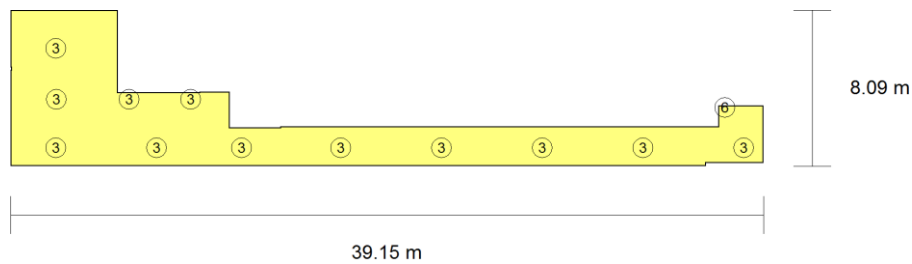
RECINTO			
Referencia:	Pasillo (Vestíbulo de entrada)	Planta:	Planta baja
Superficie:	126.7 m <sup>2</sup>	Altura libre:	3.30 m Volumen: 418.0 m <sup>3</sup>

### 4.9.1 Alumbrado normal

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50

<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	0.91
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	4

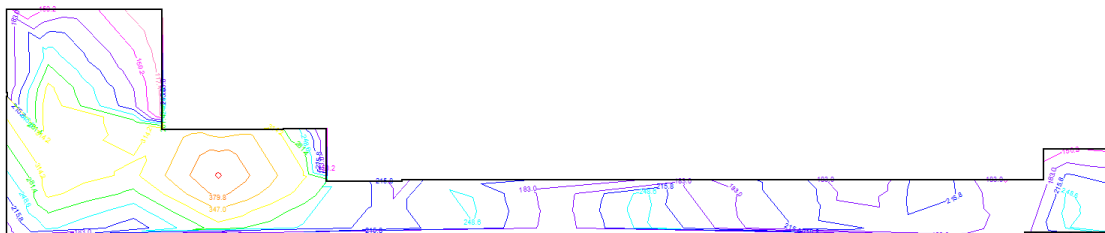
Disposición de las luminarias:



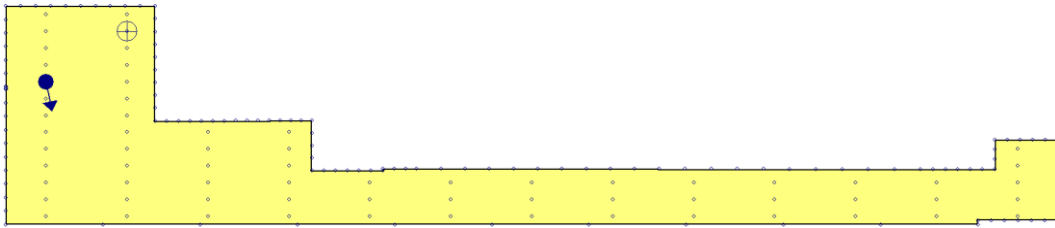
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	12	Luminaria de empotrar rectangular, de 1200x300 mm, para 2 lámparas fluorescentes T5 de 28 W, rendimiento 71%	5800	7	71	12 x 65.0
6	1	Aplique de pared, de 402x130x400 mm, para 1 lámpara fluorescente TC-L de 24 W	1800	53	72	1 x 34.0
						<b>Total = 814.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	135.95 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	263.90 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	16.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	2.40 W/m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:</b>	6.43 W/m <sup>2</sup>
<b>Factor de uniformidad:</b>	51.51 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

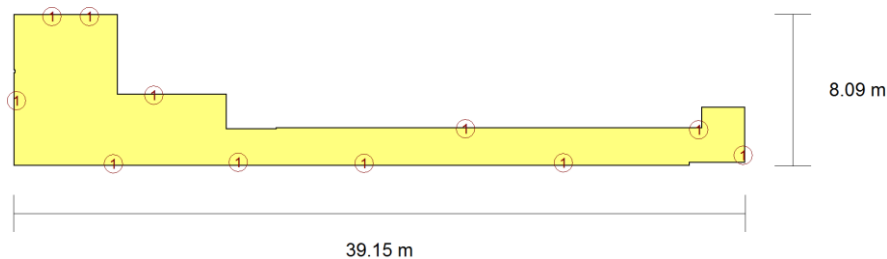


- ⊕ Iluminancia mínima (135.95 lux)
- ◀ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.00)
- ⊙ Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 191)

#### 4.9.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coeficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coeficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coeficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

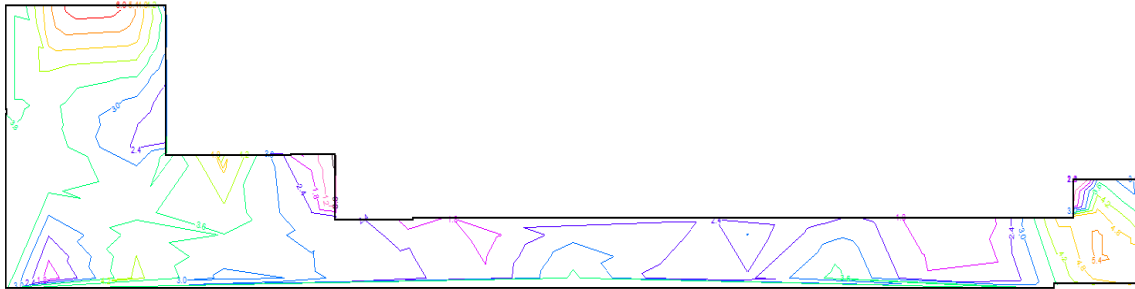
Disposición de las luminarias:



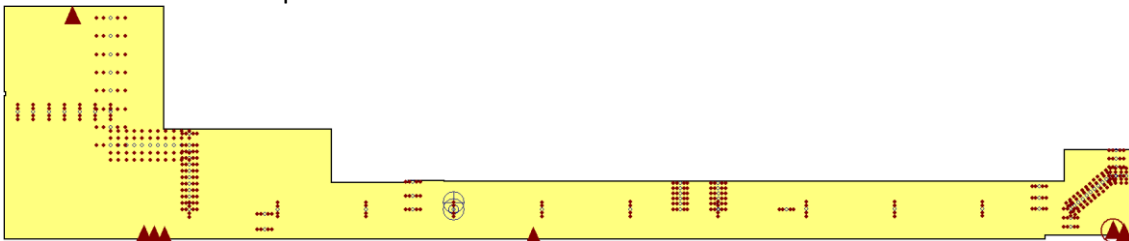
Nº	Cantidad	Descripción
1	11	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.32 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.29 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	4.84
Altura sobre el nivel del suelo:	2.87 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.32 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.29 lux)
- ⊖ Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 93)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 372)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 7)
- ⊗ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (10.19 lux)

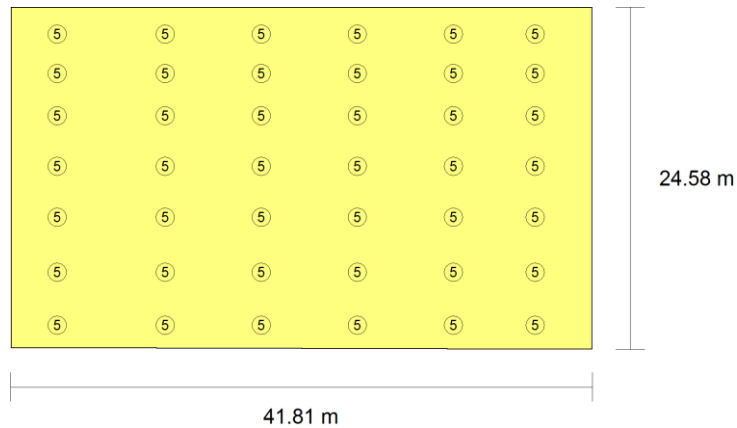
## 4.10 HANGAR

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	HANGAR (Zona de circulación)	<b>Planta:</b>	Planta baja
<b>Superficie:</b>	1025.0 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	3.60 m <b>Volumen:</b> 3690.0 m <sup>3</sup>

### 4.10.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	0.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	2.88
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	16

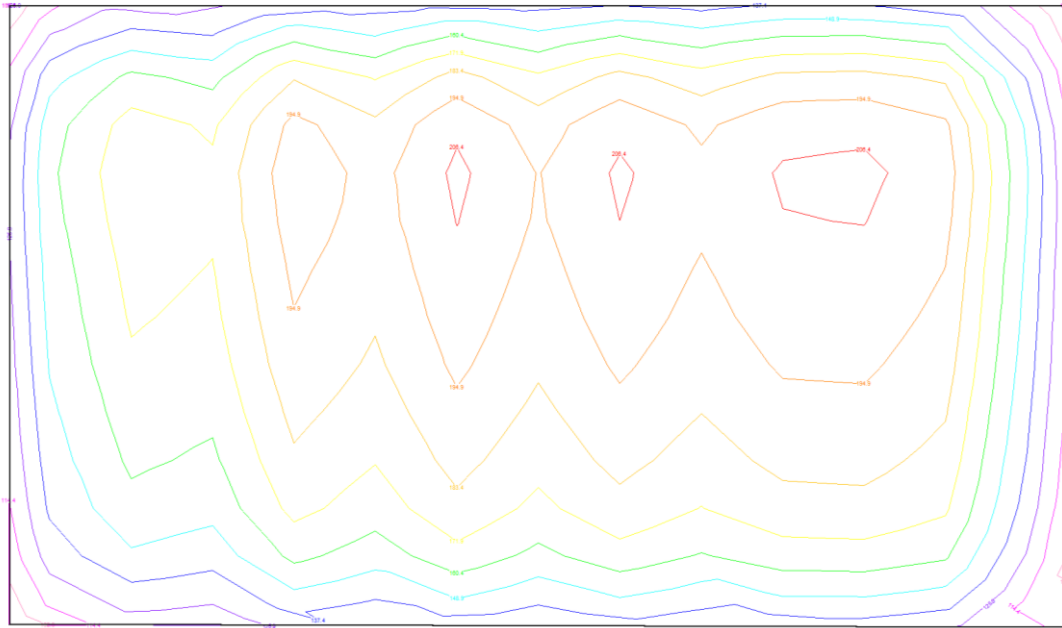
Disposición de las luminarias:



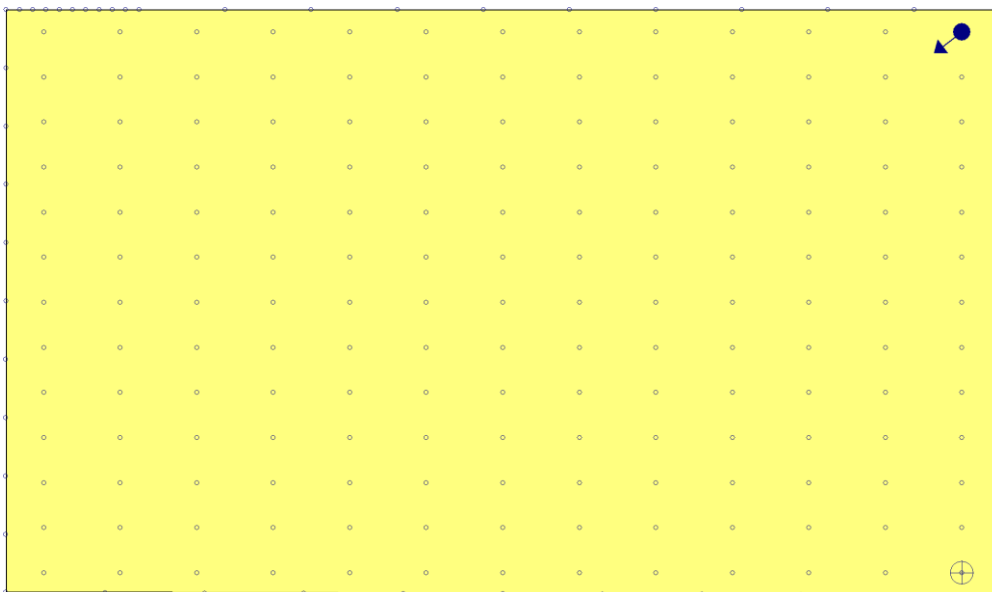
T	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
5	42	Luminaria suspendida para montaje en línea continua, de 2960x80x40 mm, para 2 lámparas fluorescentes T5 de 49 W de luz directa + 1 lámpara fluorescente T5 de 24 W de luz indirecta	10350	3	50	42 x 75.0
						<b>Total = 3150.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	111.83 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	172.36 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	23.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.70 W/m <sup>2</sup>
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	3.07 W/m <sup>2</sup>
Factor de uniformidad:	64.88 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

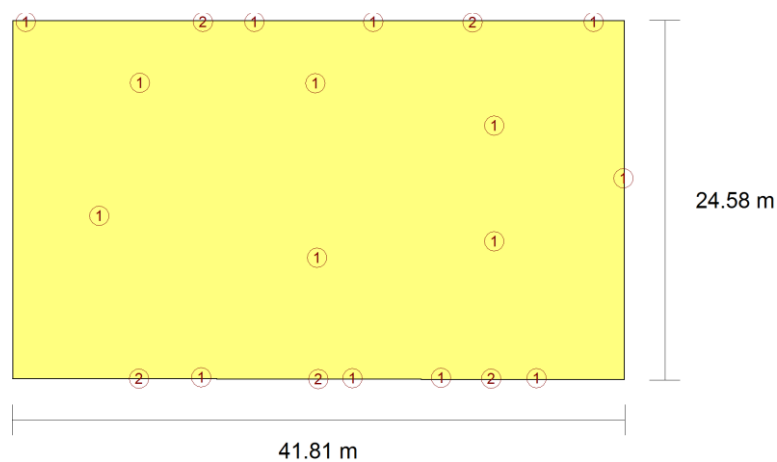


- ⊕ Iluminancia mínima (111.83 lux)
- ◀ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 23.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 219)

#### 4.10.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coeficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coeficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coeficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

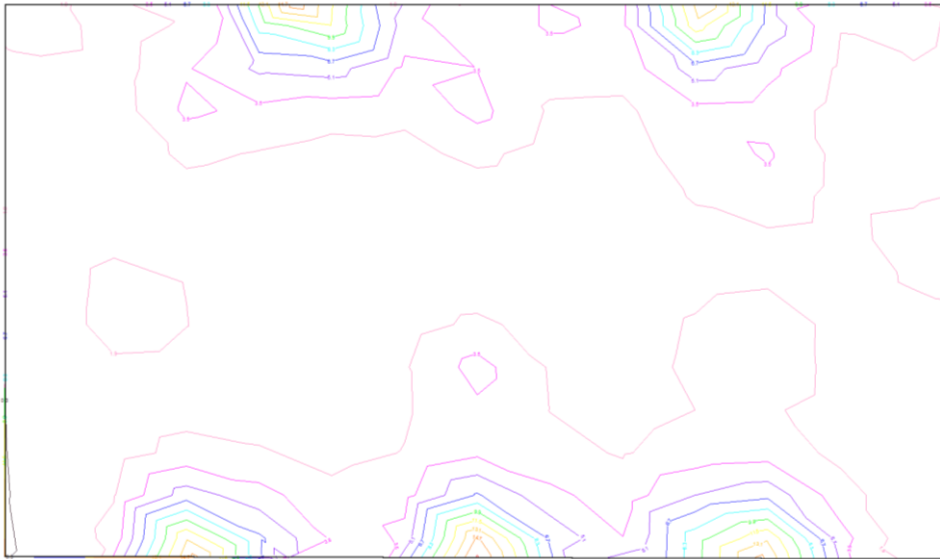
Disposición de las luminarias:



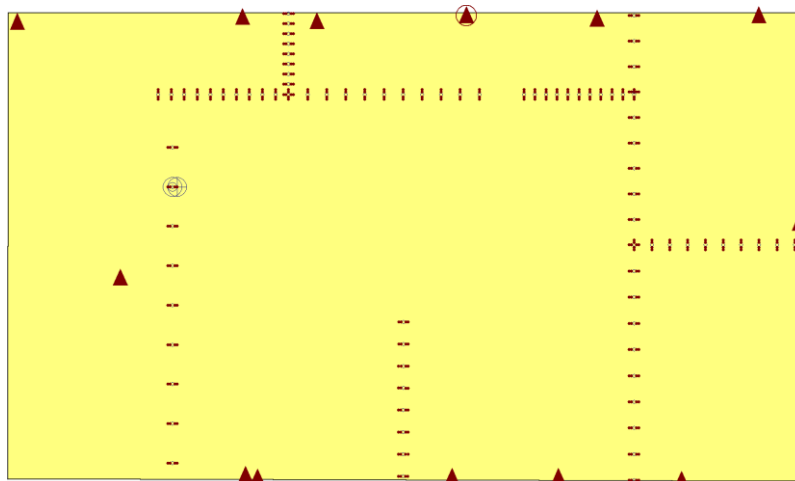
Nº	Cantidad	Descripción
1	15	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes
2	5	Luminaria de emergencia estanca, con tubo compacto fluorescente, 11 W - G5, flujo luminoso 750 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.21 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.19 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	13.56
Altura sobre el nivel del suelo:	3.17 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.21 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.19 lux)
- ⊙ Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 89)
- ⊙ Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 356)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 13)
- ▲ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (7.54 lux)



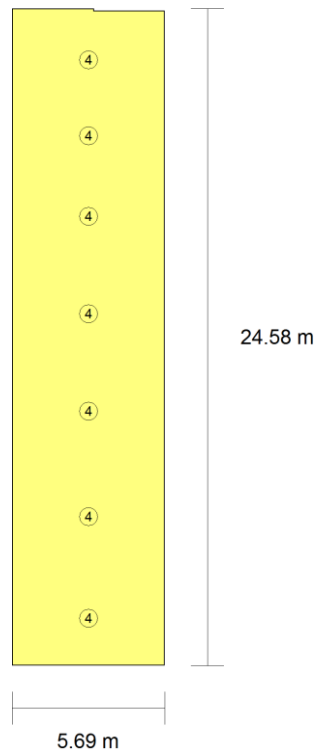
## 4.11 GIMNASIO

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Gimnasio (Zona de circulación)	<b>Planta:</b>	Planta baja
<b>Superficie:</b>	139.7 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	3.30 m <b>Volumen:</b> 460.9 m <sup>3</sup>

### 4.11.1 Alumbrado normal

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	0.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	1.65
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	9

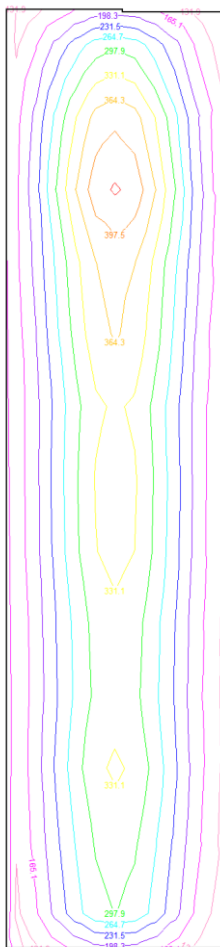
Disposición de las luminarias:



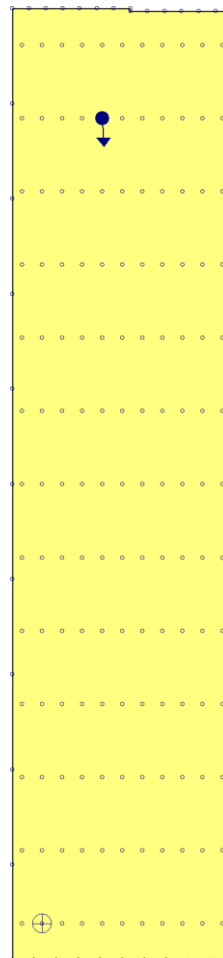
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
4	7	Luminaria de empotrar rectangular, de 1200x300 mm, para 2 lámparas fluorescentes T5 de 54 W, rendimiento 62%	10000	12	63	7 x 118.0
						<b>Total = 826.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	161.39 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	273.09 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	18.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	2.10 W/m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:</b>	5.91 W/m <sup>2</sup>
<b>Factor de uniformidad:</b>	59.10 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

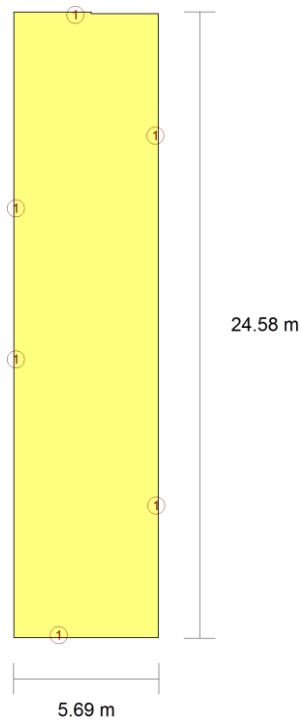


- ⊕ Iluminancia mínima (161.39 lux)
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 18.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 187)

#### 4.11.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.00
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.00
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.00
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>	80.00

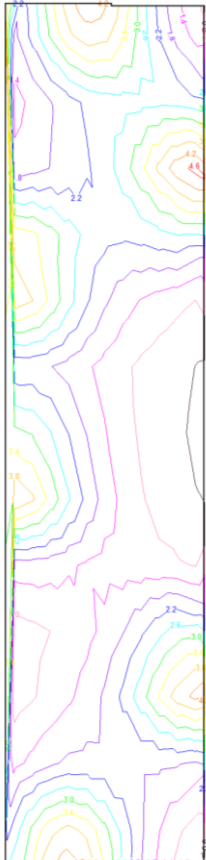
Disposición de las luminarias:



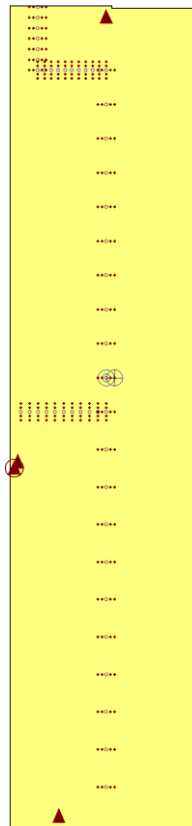
Nº	Cantidad	Descripción
1	6	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:</b>	1.23 lux
<b>Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:</b>	1.13 lux
<b>Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):</b>	2.43
<b>Altura sobre el nivel del suelo:</b>	2.80 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊗ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.23 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.13 lux)
- Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 52)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 208)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 4)
- ▲ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (11.48 lux)

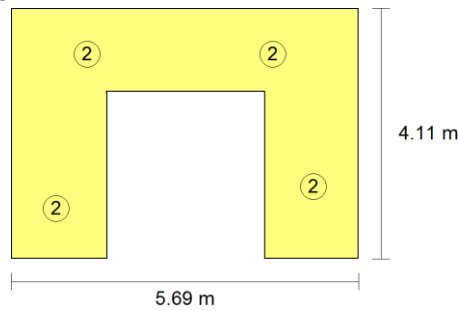
## 4.12 ESCALERAS

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	escaleras (Zona de circulación)	<b>Planta:</b>	Planta baja
<b>Superficie:</b>	16.3 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	3.60 m <b>Volumen:</b> 58.8 m <sup>3</sup>

### 4.12.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	0.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	0.32
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	4

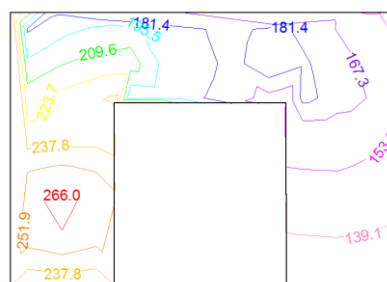
Disposición de las luminarias:



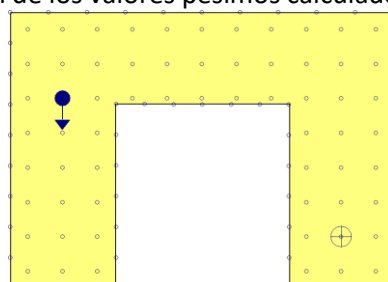
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
2	4	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 69%	4050	19	69	4 x 52.0
						<b>Total = 208.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	139.85 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	215.18 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	13.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	5.90 W/m <sup>2</sup>
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	12.73 W/m <sup>2</sup>
Factor de uniformidad:	64.99 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

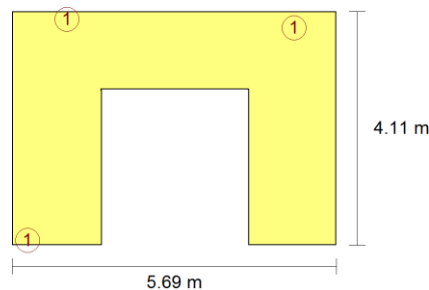


- ⊕ Iluminancia mínima (139.85 lux)
- ⊙ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 13.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 117)

#### 4.12.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coeficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coeficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coeficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

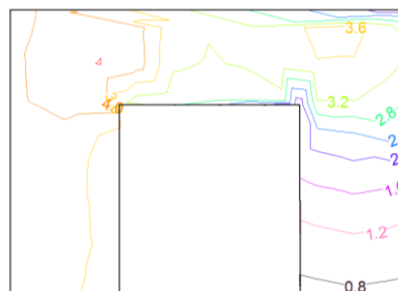
Disposición de las luminarias:



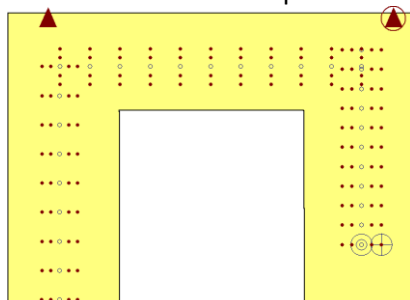
Nº	Cantidad	Descripción
1	3	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.17 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.15 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	3.78
Altura sobre el nivel del suelo:	3.19 m

Valores calculados de iluminancia:

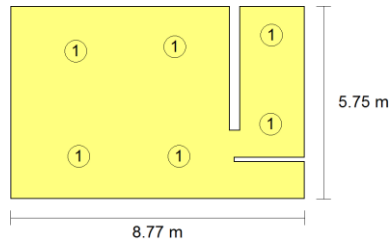


Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊗ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.17 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.15 lux)
- ⊙ Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 31)
- ⊙ Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 124)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 2)
- ▲ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (9.02 lux)

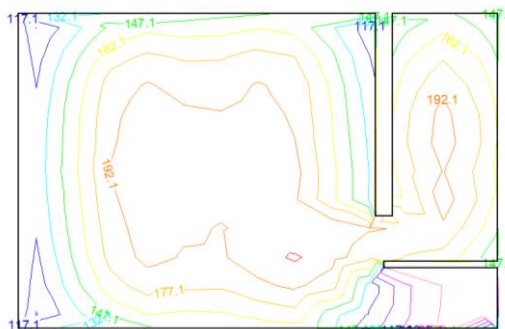
Disposición de las luminarias:



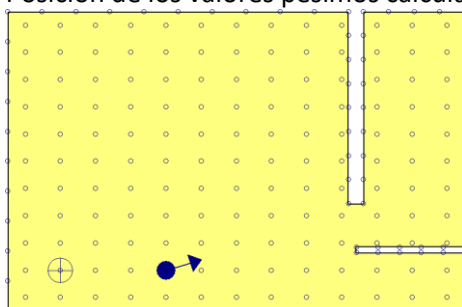
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	6	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	13	63	6 x 52.0
						<b>Total = 312.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	140.71 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	182.93 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	13.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	3.40 W/m <sup>2</sup>
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	6.36 W/m <sup>2</sup>
Factor de uniformidad:	76.92 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

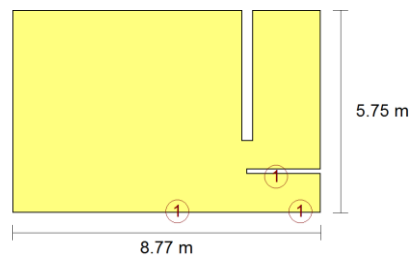


- ⊕ Iluminancia mínima (140.71 lux)
- ➔ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 13.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 218)

#### 4.12.3 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coeficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coeficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coeficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

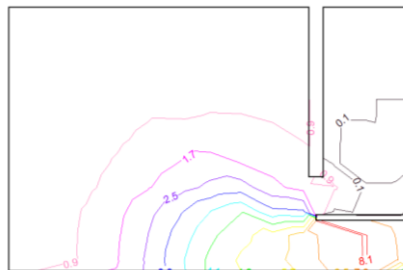
Disposición de las luminarias:



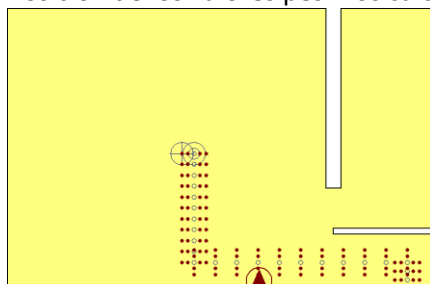
Nº	Cantidad	Descripción
1	3	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.46 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.35 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	5.62
Altura sobre el nivel del suelo:	2.87 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.46 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.35 lux)
- Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 25)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 100)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ⊗ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (13.65 lux)



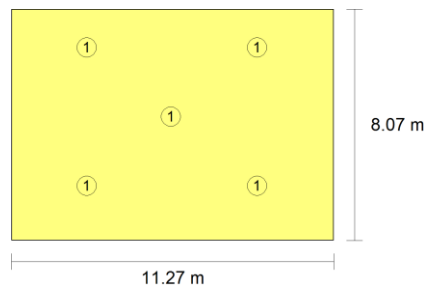
#### 4.13 ZONA DE DESCANSO

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Zona de descanso (Sala de descanso)	<b>Planta:</b>	Planta 1
<b>Superficie:</b>	90.9 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	2.70 m <b>Volumen:</b> 245.5 m <sup>3</sup>

##### 4.13.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	1.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	3.69
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	25

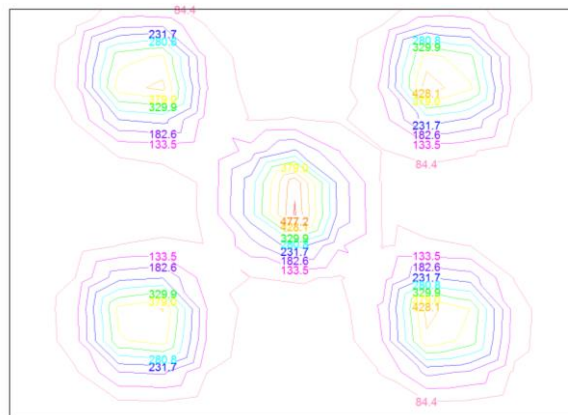
Disposición de las luminarias:



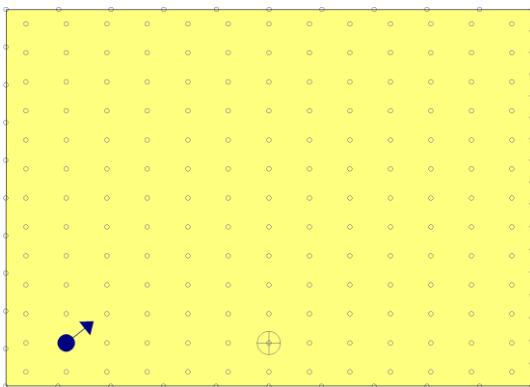
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	5	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	16	63	5 x 52.0
						<b>Total = 260.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	43.16 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	155.37 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	16.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	1.80 W/m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:</b>	2.86 W/m <sup>2</sup>
<b>Factor de uniformidad:</b>	27.78 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

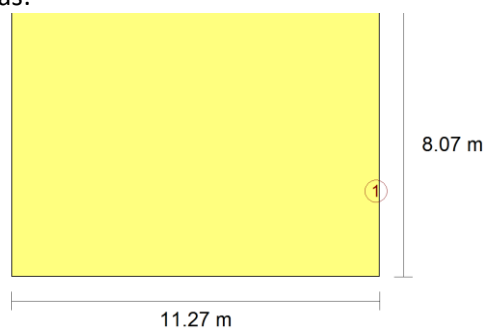


- ⊕ Iluminancia mínima (43.16 lux)
- ➔ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 216)

#### 4.13.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

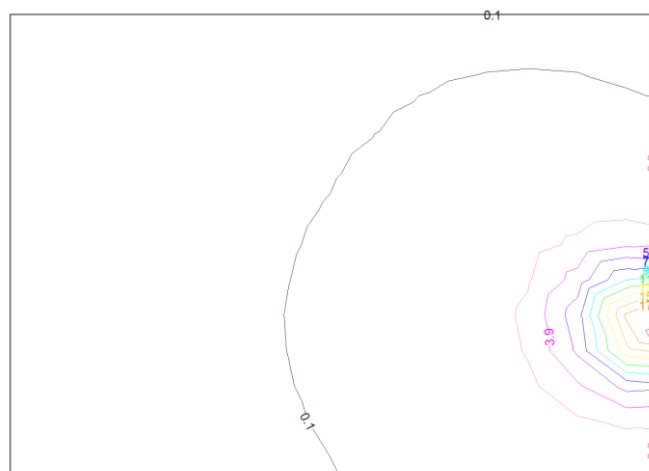
Disposición de las luminarias:



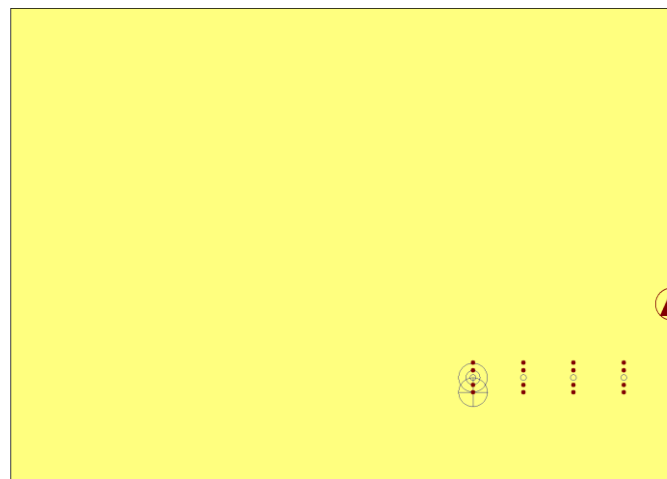
Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.85 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.80 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	5.87
Altura sobre el nivel del suelo:	2.27 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (0.85 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (0.80 lux)
- Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 5)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 20)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ▲ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (26.37 lux)

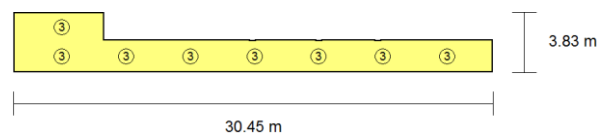
#### 4.14 PASILLO 2

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Pasillo (Vestíbulo de entrada)	<b>Planta:</b>	Planta 1
<b>Superficie:</b>	74.2 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	2.70 m
		<b>Volumen:</b>	200.3 m <sup>3</sup>

##### 4.14.1 Alumbrado normal

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	0.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	0.95
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	4

Disposición de las luminarias:



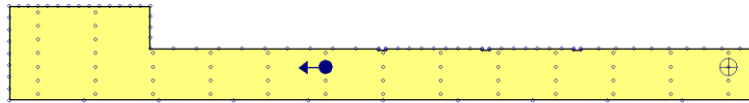
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
3	8	Luminaria de empotrar rectangular, de 1200x300 mm, para 2 lámparas fluorescentes T5 de 28 W, rendimiento 71%	5800	11	71	8 x 65.0
						<b>Total = 520.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	182.26 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	325.36 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	18.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	2.10 W/m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:</b>	7.01 W/m <sup>2</sup>
<b>Factor de uniformidad:</b>	56.02 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

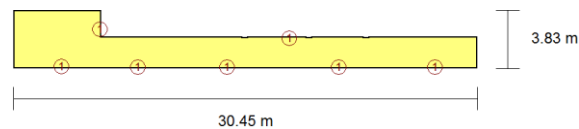


- ⊕ Iluminancia mínima (182.26 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 18.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 143)

#### 4.14.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coeficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coeficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coeficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

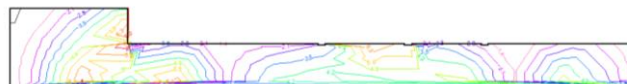
Disposición de las luminarias:



Nº	Cantidad	Descripción
1	7	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.33 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.24 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	5.23
Altura sobre el nivel del suelo:	2.27 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.33 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.24 lux)
  - Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 50)
  - Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 198)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 7)
- ⊕ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (9.05 lux)

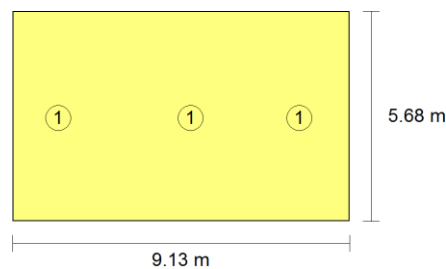
#### 4.15 SALA DE REUNIONES

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	S. Reuniones (Oficinas)	<b>Planta:</b>	Planta 1
<b>Superficie:</b>	51.9 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	2.70 m <b>Volumen:</b> 140.0 m <sup>3</sup>

##### 4.15.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	1.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	2.98
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	16

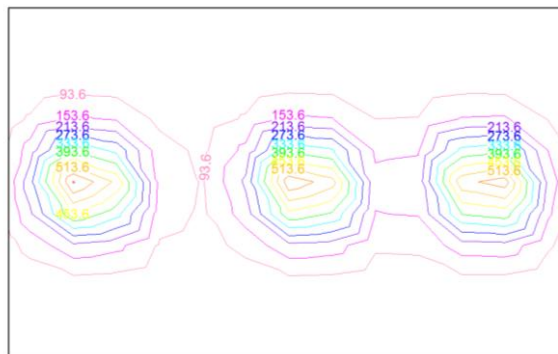
Disposición de las luminarias:



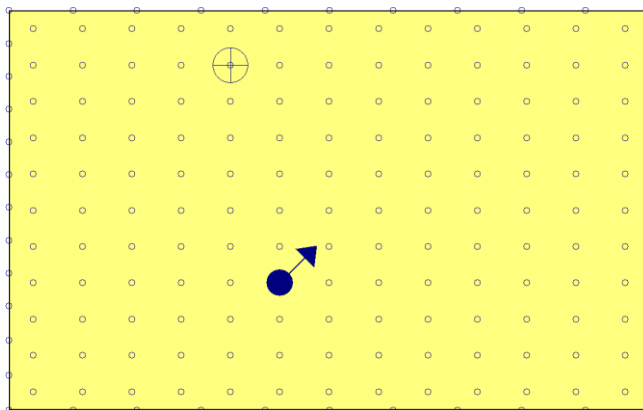
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	3	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	26	63	3 x 52.0
						<b>Total = 156.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	42.05 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	161.48 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	17.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.80 W/m <sup>2</sup>
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	3.01 W/m <sup>2</sup>
Factor de uniformidad:	26.04 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

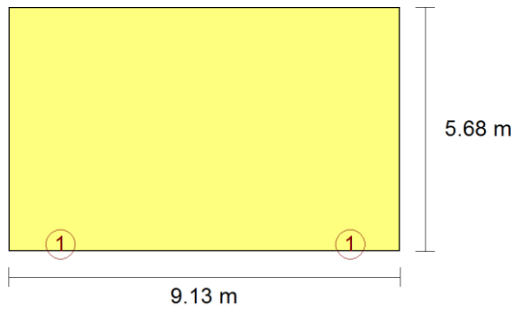


- ⊕ Iluminancia mínima (42.05 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 17.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 185)

#### 4.15.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

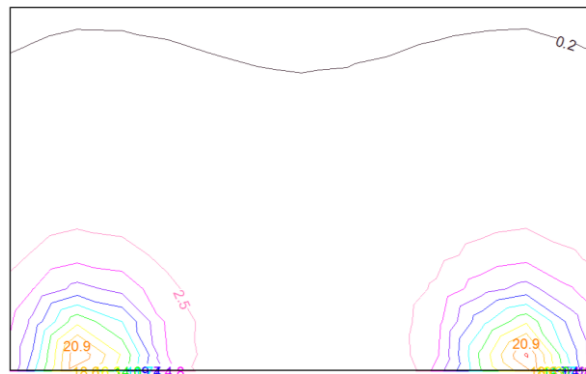
Disposición de las luminarias:



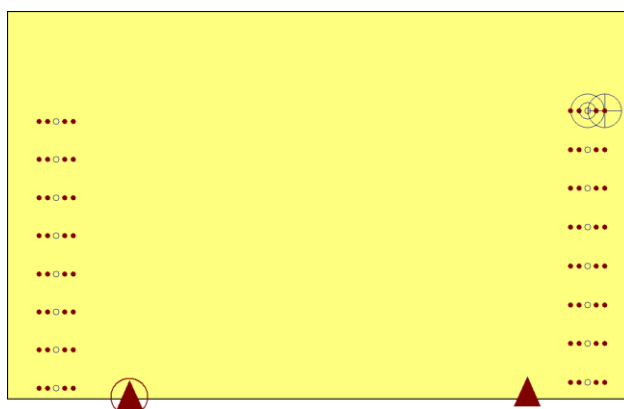
Nº	Cantidad	Descripción
1	2	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	0.62 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.59 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	10.21
Altura sobre el nivel del suelo:	2.17 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:





- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (0.62 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (0.59 lux)
  - Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 16)
  - Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 64)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 2)
- ⊕ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (21.61 lux)

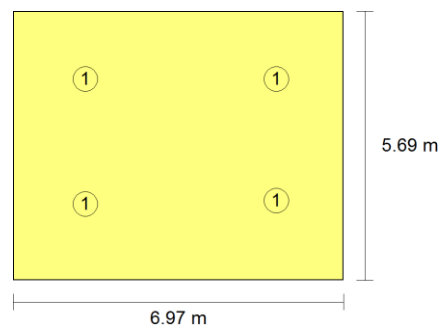
#### 4.16 OFICINAS

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Oficinas (Oficinas)	<b>Planta:</b>	Planta 1
<b>Superficie:</b>	39.6 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	2.70 m
		<b>Volumen:</b>	107.0 m <sup>3</sup>

##### 4.16.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	1.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	2.62
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	16

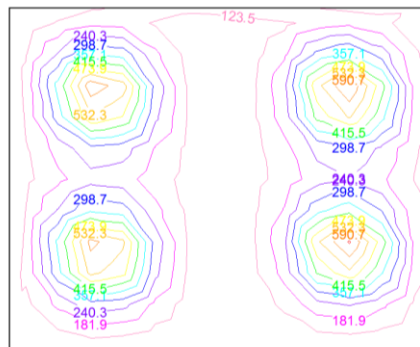
Disposición de las luminarias:



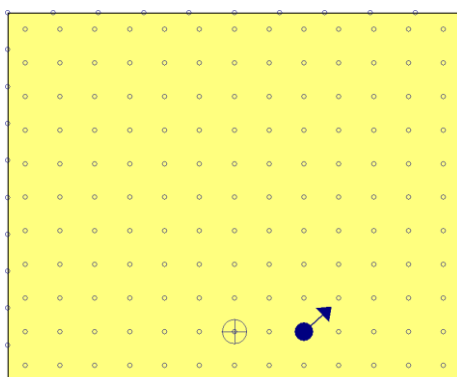
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	4	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	19	63	4 x 52.0
						<b>Total = 208.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	81.79 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	263.83 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	15.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	1.90 W/m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:</b>	5.25 W/m <sup>2</sup>
<b>Factor de uniformidad:</b>	31.00 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

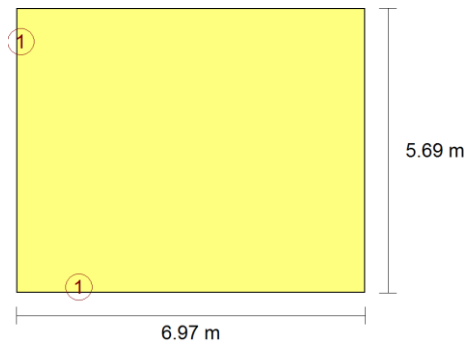


- ⊕ Iluminancia mínima (81.79 lux)
- Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 183)

#### 4.16.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.00
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.00
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.00
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>	80.00

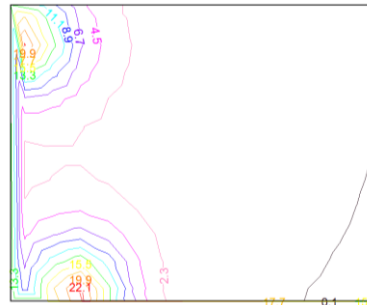
Disposición de las luminarias:



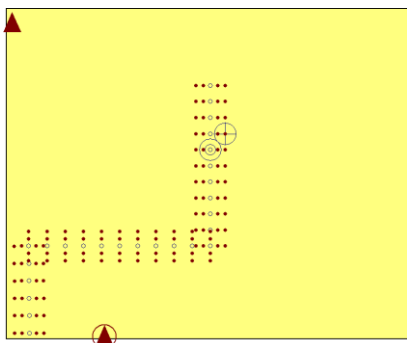
Nº	Cantidad	Descripción
1	2	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.12 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	0.99 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	4.67
Altura sobre el nivel del suelo:	2.20 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊗ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.12 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (0.99 lux)
- ⊘ Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 28)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 112)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 2)
- ⊗ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (30.36 lux)

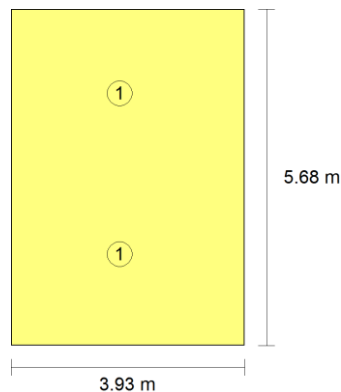
#### 4.17 ASEO MUJERES ( planta 1)

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Aseo 1 (Aseo de planta)	<b>Planta:</b>	Planta 1
<b>Superficie:</b>	22.3 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	2.70 m
		<b>Volumen:</b>	60.2 m <sup>3</sup>

##### 4.17.1 Alumbrado normal

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	0.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	1.07
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	9

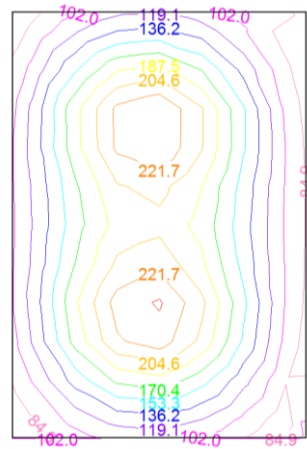
Disposición de las luminarias:



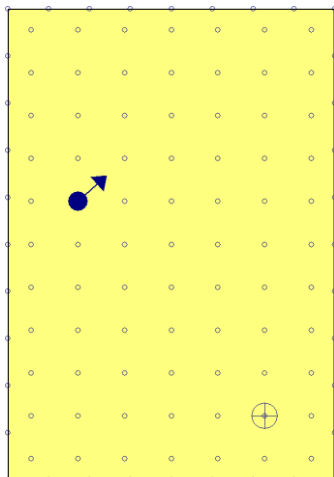
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	39	63	2 x 52.0
						<b>Total = 104.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia mínima:</b>	124.65 lux
<b>Iluminancia media horizontal mantenida:</b>	185.73 lux
<b>Índice de deslumbramiento unificado (UGR):</b>	16.00
<b>Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):</b>	2.50 W/m <sup>2</sup>
<b>Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:</b>	4.66 W/m <sup>2</sup>
<b>Factor de uniformidad:</b>	67.11 %

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:

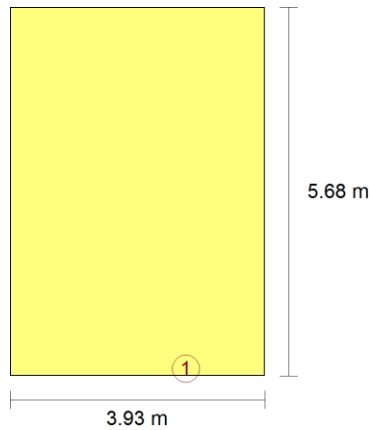


- ⊕ Iluminancia mínima (124.65 lux)
- ◀ Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 16.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 113)

#### 4.17.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

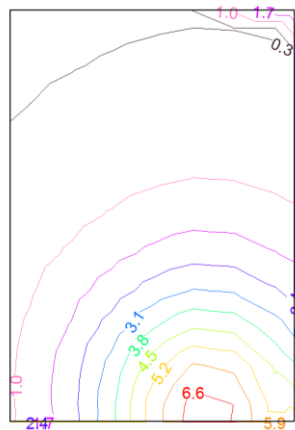
Disposición de las luminarias:



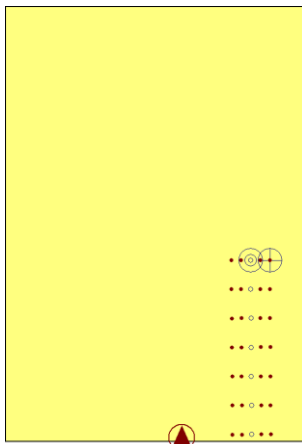
Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.93 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.80 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	3.25
Altura sobre el nivel del suelo:	2.17 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊗ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.93 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.80 lux)
- Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 7)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 28)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ⊗ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (32.01 lux)

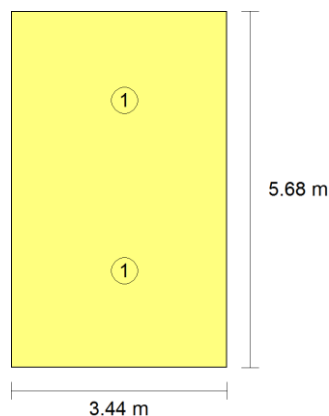
#### 4.18 ASEO HOMBRES (planta 1)

RECINTO			
Referencia:	Aseo 2 (Aseo de planta)	Planta:	Planta 1
Superficie:	19.5 m <sup>2</sup>	Altura libre:	2.70 m Volumen: 52.7 m <sup>3</sup>

##### 4.18.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.99
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

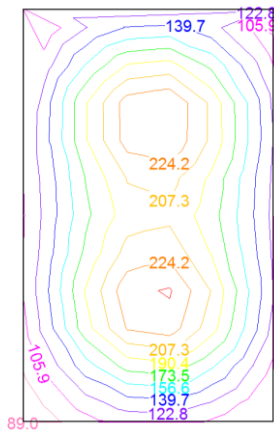
Disposición de las luminarias:



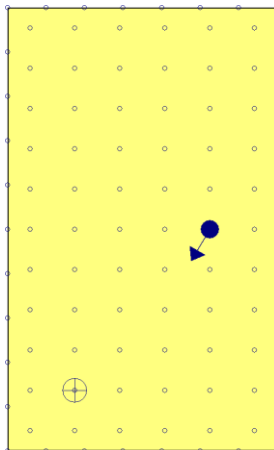
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
1	2	Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62%	4050	39	63	2 x 52.0
						<b>Total = 104.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	<b>149.39 lux</b>
Iluminancia media horizontal mantenida:	<b>199.26 lux</b>
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	<b>15.00</b>
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	<b>2.60 W/m<sup>2</sup></b>
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	<b>5.33 W/m<sup>2</sup></b>
Factor de uniformidad:	<b>74.97 %</b>

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



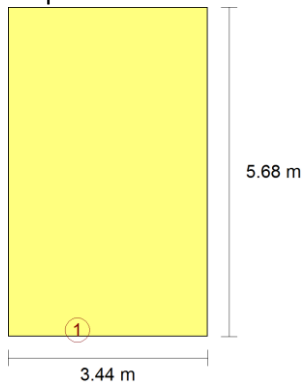
- ⊕ Iluminancia mínima (149.39 lux)
- ← Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 15.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 100)



**Alumbrado de emergencia:**

Alumbrado de emergencia	
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.00
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.00
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.00
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice de rendimiento cromático:</b>	80.00

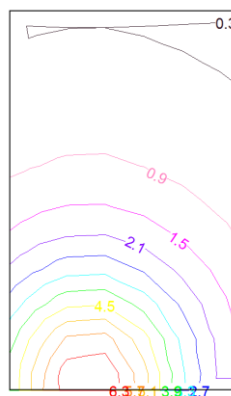
Disposición de las luminarias:



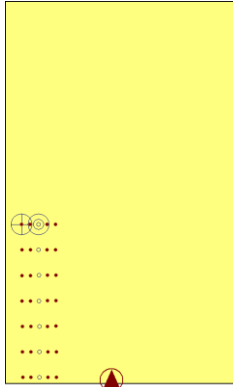
Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
<b>Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:</b>	1.82 lux
<b>Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:</b>	1.67 lux
<b>Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):</b>	3.15
<b>Altura sobre el nivel del suelo:</b>	2.17 m

Valores calculados de iluminancia:



Posición de los valores pésimos calculados:



- ⊕ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (1.82 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (1.67 lux)
- ⊙ Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 7)
- Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 28)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ▲ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (34.66 lux)

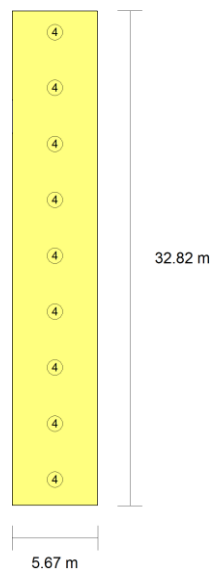
#### 4.19 MUSEO

RECINTO			
<b>Referencia:</b>	Museo (Zona de circulación)	<b>Planta:</b>	Planta 1
<b>Superficie:</b>	186.0 m <sup>2</sup>	<b>Altura libre:</b>	2.70 m <b>Volumen:</b> 502.3 m <sup>3</sup>

##### 4.19.1 *Alumbrado normal*

Alumbrado normal	
<b>Altura del plano de trabajo:</b>	0.00 m
<b>Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):</b>	0.85 m
<b>Coefficiente de reflectancia en suelos:</b>	0.20
<b>Coefficiente de reflectancia en paredes:</b>	0.50
<b>Coefficiente de reflectancia en techos:</b>	0.70
<b>Factor de mantenimiento:</b>	0.80
<b>Índice del local (K):</b>	2.20
<b>Número mínimo de puntos de cálculo:</b>	16

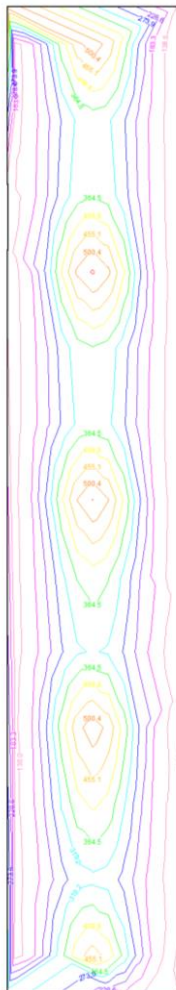
Disposición de las luminarias:



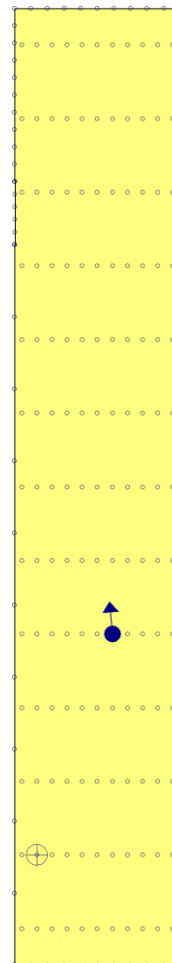
Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total (lm)	Eficiencia (lm/W)	Rendimiento (%)	Potencia total (W)
4	9	Luminaria de empotrar rectangular, de 1200x300 mm, para 2 lámparas fluorescentes T5 de 54 W, rendimiento 62%	10000	9	63	9 x 118.0
						<b>Total = 1062.0 W</b>

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	153.91 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	296.89 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	20.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	1.90 W/m <sup>2</sup>
Potencia total instalada por unidad de superficie iluminada:	5.71 W/m <sup>2</sup>
Factor de uniformidad:	51.84 %

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores pésimos calculados:

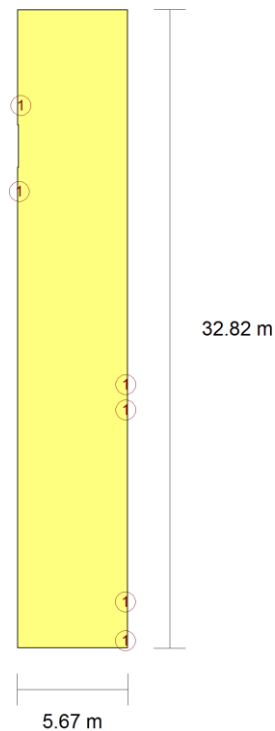


- ⊕ Iluminancia mínima (153.91 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 20.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 200)

#### 4.19.2 Alumbrado de emergencia:

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

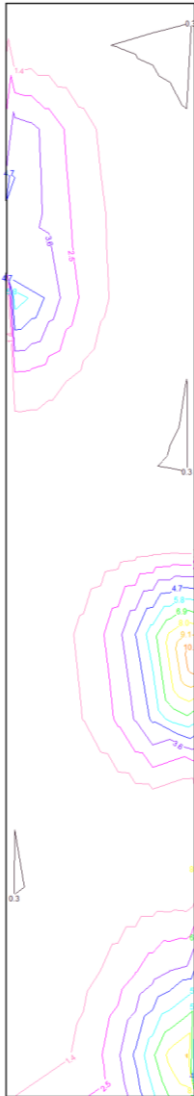
Disposición de las luminarias:



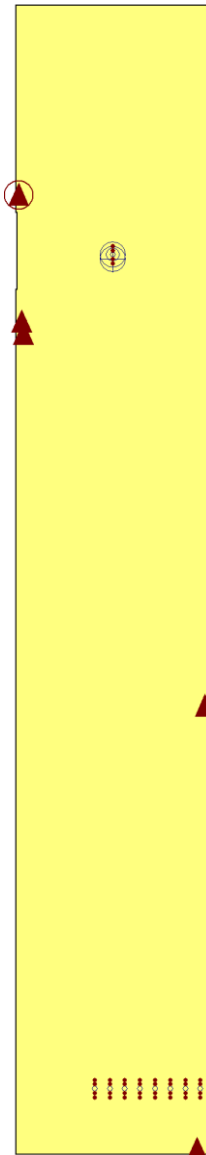
Nº	Cantidad	Descripción
1	6	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	1.44 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	1.44 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	6.29
Altura sobre el nivel del suelo:	2.20 m

Valores calculados de iluminancia



Posición de los valores p<sup>és</sup>imos calculados:



- ⊙ Iluminancia p<sup>és</sup>ima en el eje central de las v<sup>ías</sup> de evacuaci<sup>ón</sup> (1.44 lux)
- ⊕ Iluminancia p<sup>és</sup>ima en la banda central de las v<sup>ías</sup> de evacuaci<sup>ón</sup> (1.44 lux)
- ⊙ Punto de comprobaci<sup>ón</sup> en el eje central de las v<sup>ías</sup> de evacuaci<sup>ón</sup> (N<sup>úmero</sup> de puntos de c<sup>ál</sup>culo: 9)
- Punto de comprobaci<sup>ón</sup> en la banda central de las v<sup>ías</sup> de evacuaci<sup>ón</sup> (N<sup>úmero</sup> de puntos de c<sup>ál</sup>culo: 36)
- ▲ Equipos de seguridad, de protecci<sup>ón</sup> o cuadros de distribuci<sup>ón</sup> de alumbrado (N<sup>úmero</sup> de puntos de c<sup>ál</sup>culo: 5)
- ⊙ Iluminancia p<sup>és</sup>ima en equipos de protecci<sup>ón</sup>/seguridad (27.17 lux)

## 5. CURVAS FOTOMETRICAS

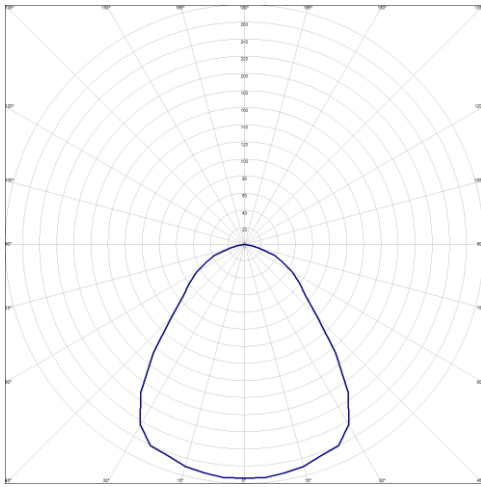
### 5.1 ALUMBRADO NORMAL

#### 5.1.1 Tipo 1

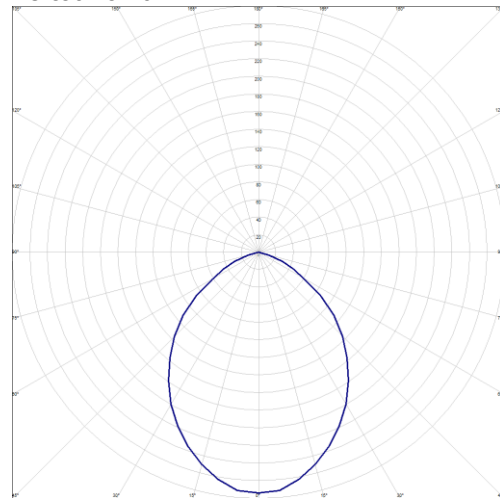
Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 62% (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 38)

#### Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

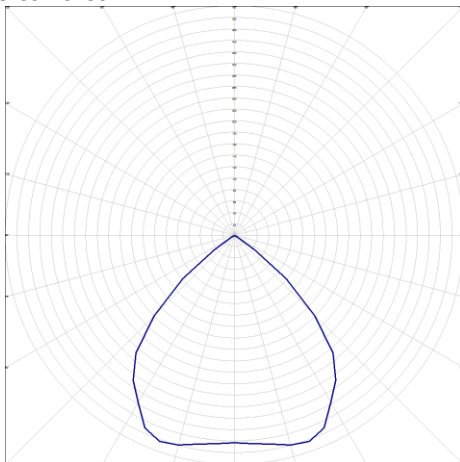


#### 5.1.2 Tipo 2

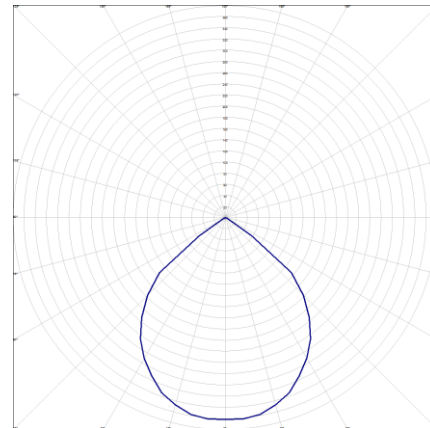
Luminaria de empotrar cuadrada (modular), de 597x597 mm, para 3 lámparas fluorescentes T5 de 14 W, rendimiento 69% (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 5)

#### Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

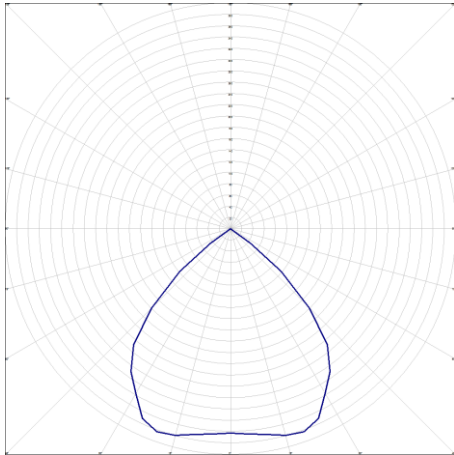


5.1.3 Tipo 3

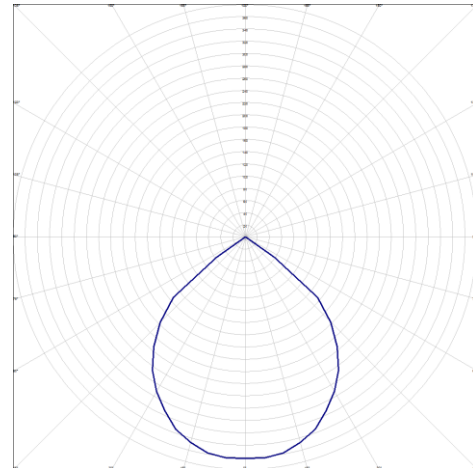
Luminaria de empotrar rectangular, de 1200x300 mm, para 2 lámparas fluorescentes T5 de 28 W, rendimiento 71% (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 20)

**Curvas fotométricas**

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

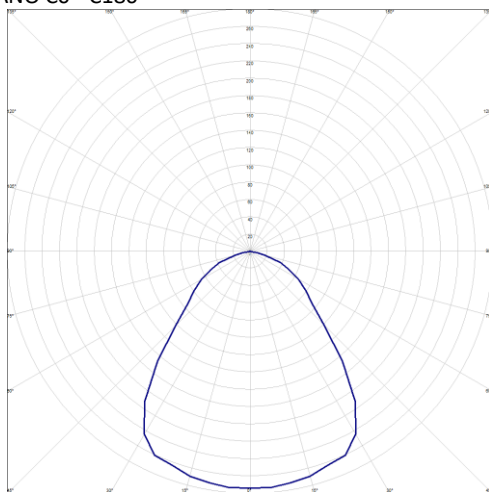


5.1.4 Tipo 4

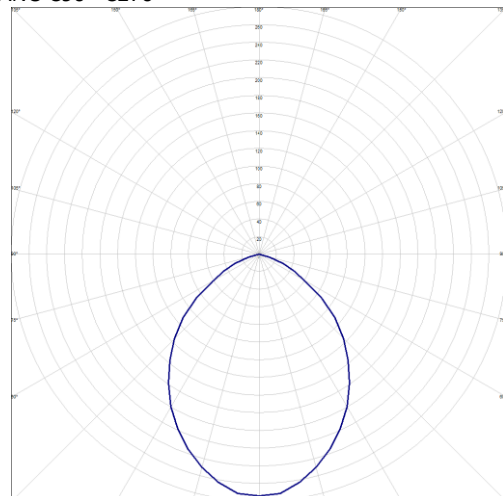
Luminaria de empotrar rectangular, de 1200x300 mm, para 2 lámparas fluorescentes T5 de 54 W, rendimiento 62% (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 16)

**Curvas fotométricas**

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

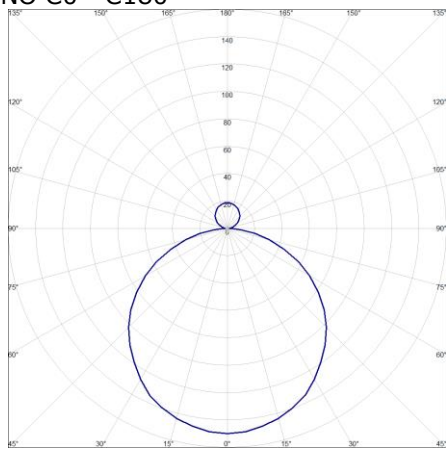


5.1.5 Tipo 5

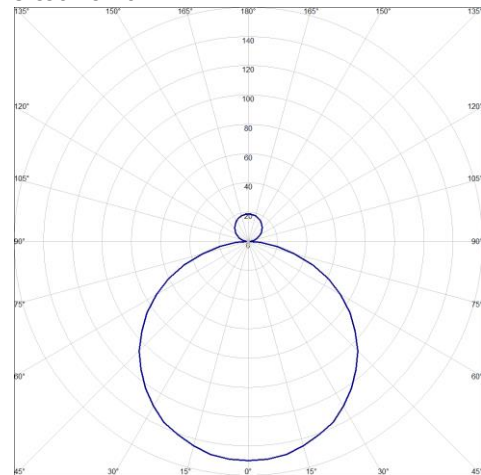
Luminaria suspendida para montaje en línea continua, de 2960x80x40 mm, para 2 lámparas fluorescentes T5 de 49 W de luz directa + 1 lámpara fluorescente T5 de 24 W de luz indirecta (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 42)

**Curvas fotométricas**

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

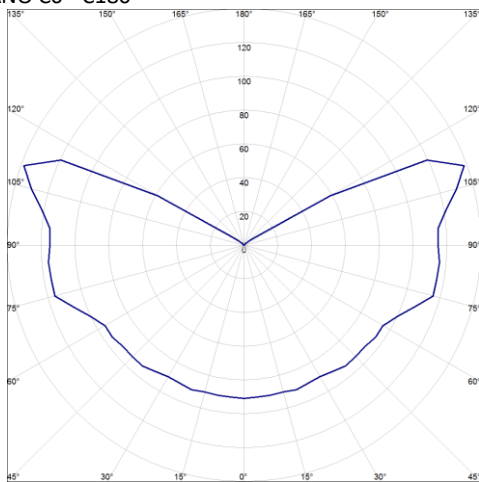


5.1.6 Tipo 6

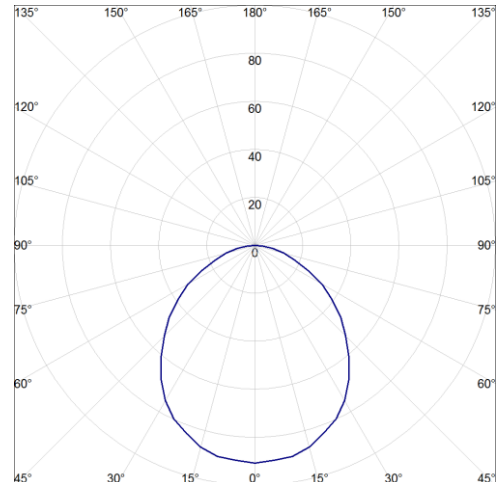
Aplique de pared, de 402x130x400 mm, para 1 lámpara fluorescente TC-L de 24 W (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 1)

**Curvas fotométricas**

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270





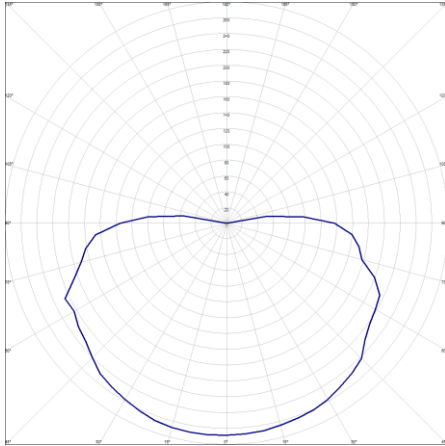
## 5.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

### 5.2.1 Tipo 1

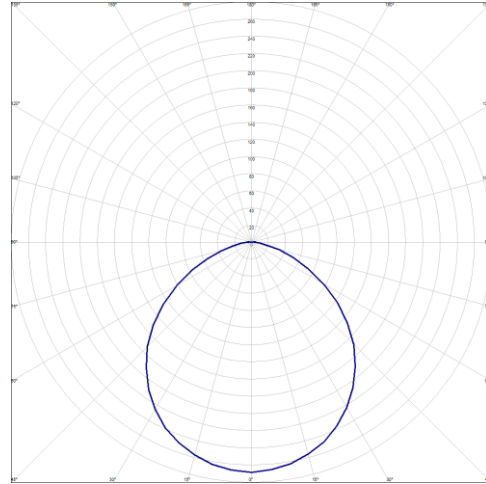
Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 67)

#### Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270

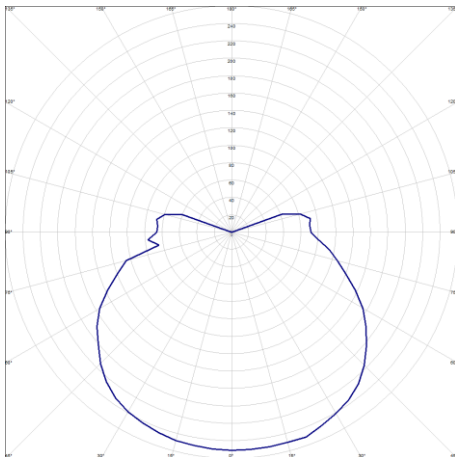


### 5.2.2 Tipo 2

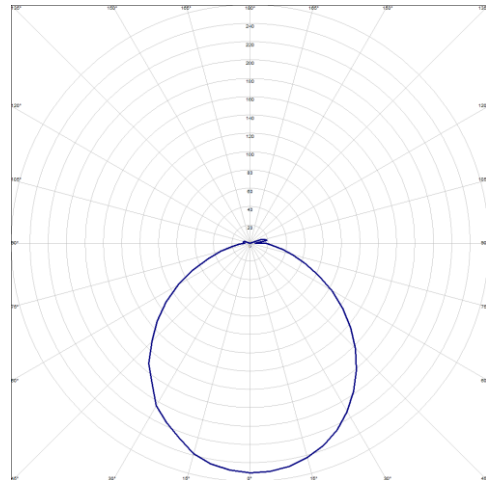
Luminaria de emergencia estanca, con tubo compacto fluorescente, 11 W - G5, flujo luminoso 750 lúmenes (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 6)

#### Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180



PLANO C90 - C270



GRADO EN INGENIERIA CIVIL

# TRABAJO FIN DE GRADO

## ***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING (SESTAO)***

***ANEJO 14 –PROTECCION CONTRA INCENDIOS***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne

**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	PROPAGACION INTERIOR .....	1
2.1	COMPARTICION EN SECTORES DE INCENDIO.....	1
2.1.1	Escaleras protegidas .....	2
2.1.2	Pasillos protegidos .....	3
2.2	LOCALES DE RIESGO ESPECIAL.....	3
2.3	ESPACIOS OCULTOS. PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACION DE INCENDIOS .....	3
2.4	REACCION AL FUEGO DE ELEMENTOS COSNTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y DE MOBILIARIO .....	4
3.	PROPAGACION EXTERIOR .....	4
3.1	MEDIANERIAS Y FACHADAS .....	4
3.2	CUBIERTA .....	6
4.	EVACUACION DE OCUPANTES.....	6
4.1	COMPATIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE EVACACION .....	6
4.2	CALCULO DE OCUPACION, SALIDAS Y RECORRIDOS DE EVACUACION .....	6
4.3	DIMENSIONADO Y PROTECCIÓN DE ESCALERAS Y PASOS DE EVACUACION .....	7
4.4	SEÑALIZACION DE LOS MEDIOS DE EVACUACION.....	8
4.5	CONTROL DEL HUMO DE INCENDIOS .....	9
5.	INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	9
5.1	DOTACION DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	9
5.2	SEÑALIZACION DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	10
6.	INTERVENCION DE LOS BOMBEROS .....	10
6.1	CONDICIONES DE APROXIMACION Y ENTORNO .....	10
6.2	ACCESIBILIDAD POR LA FACHADA .....	10
7.	RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA.....	11
7.1	ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRINCIPALES .....	11

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sectores de incendio en la nave. Fuente CYPE MEP .....	2
Tabla 2 Escaleras protegidas en la nave. Fuente CYPE MEP .....	2
Tabla 3 Pasillos protegidos. Fuente CYPE MEP .....	3
Tabla 4 Reacción al fuego de elementos constructivos. Fuente CYPE MEP .....	4
Tabla 5 Propagación vertical de la nave. Fuente CYPE MEP .....	5
Tabla 6 Propagación vertical de la nave. Fuente CYPE MEP .....	5
Tabla 7 Calculo de ocupación, número de salidas y longitud de recorridos de evacuacion. Fuente CYPE MEP .....	7
Tabla 8 Dimensionado y protección de espaleras. Fuente CYPE MEP .....	8
Tabla 9 Dotación de instalaciones de protección contra incendios. Fuente CYPE MEP .....	10
Tabla 10 Elementos estructurales principales. Fuente CYPE MEP .....	11

## 1. INTRODUCCIÓN

Este anejo recoge los requisitos Normativos mínimos tanto de carácter reglamentario, como técnico, exigibles para cumplir con las exigencias básicas en relación con las medidas de lucha contra incendios implantadas en la obra del Nuevo Centro Deportivo.

El cálculo y dimensionamiento de la instalación de incendios está realizado a través del programa informático CYPE MEP v2017d, clasificando el edificio como Edificio de locales comerciales y oficinas (número de oficinas: 1).

La norma a cumplir es:

- Código Técnico de la Edificación, documento Básico de Seguridad en caso de Incendios (CTE DB –SI):
  - o CTE DB SI 1: Propagación interior
  - o CTE DB SI 2: Propagación exterior
  - o CTE DB SI 3: Evacuación de ocupantes
  - o CTE DB SI 4: instalaciones de protección contra incendios
  - o CTE DB SI 5: Intervención de los bomberos
  - o CTE DB SI 6: Resistencia al fuego de la estructura
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)
- Normas UNE

## 2. PROPAGACION INTERIOR

### 2.1 COMPARTICION EN SECTORES DE INCENDIO

Las distintas zonas del edificio se agrupan en sectores de incendio, en las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior), que se compartimentan mediante elementos cuya resistencia al fuego satisface las condiciones establecidas en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

Las puertas de paso entre sectores de incendio cumplen una resistencia al fuego  $EI_2 t-C_5$ , siendo 't' la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realiza a través de un vestíbulo de independencia y dos puertas.

El uso principal del edificio es Administrativo y se desarrolla en un único sector.

Sectores de incendio							
Sector	Sup. construida (m <sup>2</sup> )		Uso previsto <sup>(1)</sup>	Resistencia al fuego del elemento compartimentador <sup>(2)</sup>			
	Norma	Proyecto		Paredes y techos <sup>(3)</sup>		Puertas	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Sc_Administrativo_1	2500	1040.35	Administrativo	EI 60	EI 180	EI <sub>2</sub> 30-C5	EI <sub>2</sub> 60-C5

*Notas:*

<sup>(1)</sup> Según se consideran en el Anejo A Terminología (CTE DB SI). Para los usos no contemplados en este Documento Básico, se procede por asimilación en función de la densidad de ocupación, movilidad de los usuarios, etc.

<sup>(2)</sup> Los valores mínimos están establecidos en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

<sup>(3)</sup> Los techos tienen una característica 'REI', al tratarse de elementos portantes y compartimentadores de incendio.

Tabla 1 Sectores de incendio en la nave. Fuente CYPE MEP

### 2.1.1 Escaleras protegidas

Las escaleras protegidas y especialmente protegidas tienen un trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en la planta de salida del edificio.

De acuerdo a su definición en el Anejo A Terminología (CTE DB SI), las escaleras protegidas y especialmente protegidas disponen de un sistema de protección frente al humo, acorde a una de las opciones posibles de las recogidas en dicho Anejo.

Las tapas de registro de patinillos o de conductos de instalaciones, accesibles desde estos espacios, cumplen una protección contra el fuego EI 60.

Escaleras protegidas							
Escalera	Número de plantas	Tipo de protección	Vestíbulo de independencia <sup>(1)</sup>	Resistencia al fuego del elemento compartimentador <sup>(2) (3)</sup>			
				Paredes y techos		Puertas <sup>(4)</sup>	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Escalera_1	2 (Descendente)	Protegida	No	EI 120	EI 180	EI <sub>2</sub> 60-C5	EI <sub>2</sub> 60-C5

*Notas:*

<sup>(1)</sup> En escaleras especialmente protegidas, la existencia de vestíbulo de independencia no es necesaria si la escalera está abierta al exterior, ni en la planta de salida del edificio, cuando se trate de una escalera para evacuación ascendente, pudiendo en dicha planta carecer de compartimentación.

<sup>(2)</sup> En la planta de salida del edificio, las escaleras protegidas o especialmente protegidas para evacuación ascendente pueden carecer de compartimentación. Las previstas para evacuación descendente pueden carecer de compartimentación cuando desemboquen en un sector de riesgo mínimo.

<sup>(3)</sup> En escaleras con fachada exterior, se cumplen las condiciones establecidas en el artículo 1 (CTE DB SI 2 Propagación exterior) para limitar el riesgo de transmisión exterior del incendio desde otras zonas del edificio o desde otros edificios.

<sup>(4)</sup> Los accesos por planta no serán más de dos, excluyendo las entradas a locales destinados a aseo, así como los accesos a ascensores, siempre que las puertas de estos últimos abran, en todas sus plantas, al recinto de la escalera protegida considerada o a un vestíbulo de independencia.

Tabla 2 Escaleras protegidas en la nave. Fuente CYPE MEP

### 2.1.2 Pasillos protegidos

Los pasillos protegidos pueden desembocar en una escalera protegida o especialmente protegida, en un sector de riesgo mínimo o en una salida de edificio.

Conforme a su definición en el Anejo A Terminología (CTE DB SI), los pasillos protegidos disponen de un sistema de protección frente al humo, equivalente al de una escalera protegida, acorde a una de las opciones posibles de las recogidas en dicho Anejo.

Las tapas de registro de patinillos o de conductos de instalaciones, accesibles desde estos espacios, cumplen una protección contra el fuego EI 60.

Pasillos protegidos					
Pasillo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Resistencia al fuego del elemento compartimentador <sup>(1)</sup>			
		Paredes y techos		Puertas <sup>(2)</sup>	
		Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
Pasillo protegido	1047.10	EI 120	EI 180	EI <sub>2</sub> 60-C5	EI <sub>2</sub> 60-C5
<p><i>Notas:</i></p> <p><sup>(1)</sup> En pasillos protegidos con fachada exterior, se cumplen las condiciones establecidas en el artículo 1 (CTE DB SI 2 Propagación exterior) para limitar el riesgo de transmisión exterior del incendio desde otras zonas del edificio o desde otros edificios.</p> <p><sup>(2)</sup> Los pasillos protegidos no cuentan con más de dos accesos por planta. Dichos accesos reúnen condiciones de seguridad equivalentes a las de una escalera protegida.</p>					

Tabla 3 Pasillos protegidos. Fuente CYPE MEP

## 2.2 LOCALES DE RIESGO ESPECIAL

No existen zonas de riesgo especial en el edificio.

## 2.3 ESPACIOS OCULTOS. PASO DE INSTALACIONES A TRAVÉS DE ELEMENTOS DE COMPARTIMENTACION DE INCENDIOS

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables tiene continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos se compartimentan respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Se limita a tres plantas y una altura de 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3-d2, BL-s3-d2 o mejor.

La resistencia al fuego requerida en los elementos de compartimentación de incendio se mantiene en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup>.

Para ello, se optará por una de las siguientes alternativas:

- Mediante elementos que, en caso de incendio, obturen automáticamente la sección de paso y garanticen en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado
- Mediante elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado.



## 2.4 REACCION AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS, DECORATIVOS Y DE MOBILIARIO

Los elementos constructivos utilizados cumplen las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT-2002).

Reacción al fuego		
Situación del elemento	Revestimiento <sup>(1)</sup>	
	Techos y paredes <sup>(2)(3)</sup>	Suelos <sup>(2)</sup>
Zonas comunes del edificio	C-s2, d0	E <sub>FL</sub>
Escaleras y pasillos protegidos	B-s1, d0	C <sub>FL</sub> -s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos <sup>(4)</sup> , suelos elevados, etc.	B-s3, d0	B <sub>FL</sub> -s2 <sup>(5)</sup>
<p><i>Notas:</i></p> <p><sup>(1)</sup> Siempre que se supere el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.</p> <p><sup>(2)</sup> Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice 'L'.</p> <p><sup>(3)</sup> Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa, contenida en el interior del techo o pared, que no esté protegida por otra que sea EI 30 como mínimo.</p> <p><sup>(4)</sup> Excepto en falsos techos existentes en el interior de las viviendas.</p> <p><sup>(5)</sup> Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos), así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.</p>		

Tabla 4 Reacción al fuego de elementos constructivos. Fuente CYPE MEP

## 3. PROPAGACION EXTERIOR

### 3.1 MEDIANERIAS Y FACHADAS

En fachadas, se limita el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio mediante el control de la separación mínima entre huecos de fachada pertenecientes a sectores de incendio distintos, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas, o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, entendiéndose que dichos huecos suponen áreas de fachada donde no se alcanza una resistencia al fuego mínima EI 60.

En la separación con otros edificios colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado con una resistencia al fuego menor que EI 60, cumplen el 50% de la distancia exigida entre zonas con resistencia menor que EI 60, hasta la bisectriz del ángulo formado por las fachadas del edificio objeto y el colindante.

Propagación horizontal				
Plantas	Fachada <sup>(1)</sup>	Separación <sup>(2)</sup>	Separación horizontal mínima (m) <sup>(3)</sup>	
			Ángulo <sup>(4)</sup>	Norma
Planta baja	Fachada cara vista de hoja de fábrica, con trasdosado autoportante	Sí	No procede <sup>(5)</sup>	
Planta 1	Fachada cara vista de hoja de fábrica, con trasdosado autoportante	Sí	No procede <sup>(5)</sup>	
<p><b>Notas:</b></p> <p><sup>(1)</sup> Se muestran las fachadas del edificio que incluyen huecos donde no se alcanza una resistencia al fuego EI 60.</p> <p><sup>(2)</sup> Se consideran aquí las separaciones entre diferentes sectores de incendio, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, según el punto 1.2 (CTE DB SI 2).</p> <p><sup>(3)</sup> Distancia mínima en proyección horizontal 'd (m)', tomando valores intermedios mediante interpolación lineal en la tabla del punto 1.2 (CTE DB SI 2).</p> <p><sup>(4)</sup> Ángulo formado por los planos exteriores de las fachadas consideradas, con un redondeo de 5°. Para fachadas paralelas y enfrentadas, se obtiene un valor de 0°.</p> <p><sup>(5)</sup> No existe riesgo de propagación exterior horizontal del incendio en las fachadas consideradas, ya que no existen puntos de resistencia al fuego menor que EI 60 dentro del rango de separaciones prescritas en el punto 1.2 (CTE DB SI 2); por lo tanto, en dichas fachadas no procede realizar la comprobación de separación horizontal mínima.</p>				

Tabla 5 Propagación vertical de la nave. Fuente CYPE MEP

La limitación del riesgo de propagación vertical del incendio por la fachada se efectúa reservando una franja de un metro de altura, como mínimo, con una resistencia al fuego mínima EI 60, en las uniones verticales entre sectores de incendio distintos, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera protegida o hacia un pasillo protegido desde otras zonas.

En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura exigida a dicha franja puede reducirse en la dimensión del citado saliente.

Propagación vertical				
Planta	Fachada <sup>(1)</sup>	Separación <sup>(2)</sup>	Separación vertical mínima (m) <sup>(3)</sup>	
			Norma	Proyecto
Planta baja - Planta 1	Fachada cara vista de hoja de fábrica, con trasdosado autoportante	Sí	No procede <sup>(4)</sup>	
<p><b>Notas:</b></p> <p><sup>(1)</sup> Se muestran las fachadas del edificio que incluyen huecos donde no se alcanza una resistencia al fuego EI 60.</p> <p><sup>(2)</sup> Se consideran aquí las separaciones entre diferentes sectores de incendio, entre zonas de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, según el punto 1.3 (CTE DB SI 2).</p> <p><sup>(3)</sup> Separación vertical mínima ('d (m)') entre zonas de fachada con resistencia al fuego menor que EI 60, minorada con la dimensión de los elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas ('b') mediante la fórmula <math>d^3 - b</math> (m), según el punto 1.3 (CTE DB SI 2).</p> <p><sup>(4)</sup> En las fachadas consideradas, aun a pesar de separar distintas zonas o sectores de incendio, no existen puntos de resistencia al fuego menor que EI 60 dentro del rango de separaciones prescritas en el punto 1.2 (CTE DB SI 2), por donde pueda propagarse verticalmente el incendio; por lo tanto, en dichas fachadas no procede realizar la comprobación de separación vertical mínima.</p>				

Tabla 6 Propagación vertical de la nave. Fuente CYPE MEP

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3 d2 o mejor hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público, desde la rasante exterior

o desde una cubierta; y en toda la altura de la fachada cuando ésta tenga una altura superior a 18 m, con independencia de dónde se encuentre su arranque.

### 3.2 CUBIERTA

No existe en el edificio riesgo alguno de propagación del incendio entre zonas de cubierta con huecos y huecos dispuestos en fachadas superiores del edificio, pertenecientes a sectores de incendio o a edificios diferentes, de acuerdo al punto 2.2 de CTE DB SI 2.

## 4. EVACUACION DE OCUPANTES

### 4.1 COMPATIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE EVACACION

Los elementos de evacuación del edificio no deben cumplir ninguna condición especial de las definidas en el apartado 1 (DB SI 3), al no estar previsto en él ningún establecimiento de uso 'Comercial' o 'Pública Concurrencia', ni establecimientos de uso 'Docente', 'Hospitalario' o 'Residencial Público', de superficie construida mayor de 1500 m<sup>2</sup>.

### 4.2 CALCULO DE OCUPACION, SALIDAS Y RECORRIDOS DE EVACUACION

El cálculo de la ocupación del edificio se ha resuelto mediante la aplicación de los valores de densidad de ocupación indicados en la tabla 2.1 (DB SI 3), en función del uso y superficie útil de cada zona de incendio del edificio.

En el recuento de las superficies útiles para la aplicación de las densidades de ocupación, se ha tenido en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y uso previsto del mismo, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3).

El número de salidas necesarias y la longitud máxima de los recorridos de evacuación asociados, se determinan según lo expuesto en la tabla 3.1 (DB SI 3), en función de la ocupación calculada. En los casos donde se necesite o proyecte más de una salida, se aplican las hipótesis de asignación de ocupantes del punto 4.1 (DB SI 3), tanto para la inutilización de salidas a efectos de cálculo de capacidad de las escaleras, como para la determinación del ancho necesario de las salidas, establecido conforme a lo indicado en la tabla 4.1 (DB SI 3).

En la planta de desembarco de las escaleras, se añade a los recorridos de evacuación el flujo de personas que proviene de las mismas, con un máximo de 160 A personas (siendo 'A' la anchura, en metros, del desembarco de la escalera), según el punto 4.1.3 (DB SI 3); y considerando el posible carácter alternativo de la ocupación que desalojan, si ésta proviene de zonas del edificio no ocupables simultáneamente, según el punto 2.2 (DB SI 3).

Ocupación, número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación									
Planta	S <sub>útil</sub> <sup>(1)</sup> (m <sup>2</sup> )	r <sub>ocup</sub> <sup>(2)</sup> (m <sup>2</sup> /p)	P <sub>calc</sub> <sup>(3)</sup>	Número de salidas <sup>(4)</sup>		Longitud del recorrido <sup>(5)</sup> (m)		Anchura de las salidas <sup>(6)</sup> (m)	
				Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
<b>Sc_Administrativo_1</b> (Uso Administrativo), ocupación: 364 personas									
Planta 1	484	2.9	167	2	2	25 + 25	31.7	0.80	0.82
			94	2	2	25 + 25	3.2	0.80	1.80
Planta baja	460	2.3	0	1	4	25 + 25	17.7	0.80	4.00
			197 (300)	1	4	25 + 25	41.8	1.50	1.84
			0	1	1	50	1.7	0.80	1.84
			197 (300)	2	4	25 + 25	47.4	0.80	0.82

**Notas:**

<sup>(1)</sup> Superficie útil con ocupación no nula, S<sub>útil</sub> (m<sup>2</sup>). Se contabiliza por planta la superficie afectada por una densidad de ocupación no nula, considerando también el carácter simultáneo o alternativo de las distintas zonas del edificio, según el régimen de actividad y de uso previsto del edificio, de acuerdo al punto 2.2 (DB SI 3).

<sup>(2)</sup> Densidad de ocupación, r<sub>ocup</sub> (m<sup>2</sup>/p); aplicada a los recintos con ocupación no nula del sector, en cada planta, según la tabla 2.1 (DB SI 3). Los valores expresados con una cifra decimal se refieren a densidades de ocupación calculadas, resultantes de la aplicación de distintos valores de ocupación, en función del tipo de recinto, según la tabla 2.1 (DB SI 3).

<sup>(3)</sup> Ocupación de cálculo, P<sub>calc</sub>, en número de personas. Se muestran entre paréntesis las ocupaciones totales de cálculo para los recorridos de evacuación considerados, resultados de la suma de ocupación en la planta considerada más aquella procedente de plantas sin origen de evacuación, o bien de la aportación de flujo de personas de escaleras, en la planta de salida del edificio, tomando los criterios de asignación del punto 4.1.3 (DB SI 3).

<sup>(4)</sup> Número de salidas de planta exigidas y ejecutadas, según los criterios de ocupación y altura de evacuación establecidos en la tabla 3.1 (DB SI 3).

<sup>(5)</sup> Longitud máxima admisible y máxima en proyecto para los recorridos de evacuación de cada planta y sector, en función del uso del mismo y del número de salidas de planta disponibles, según la tabla 3.1 (DB SI 3).

<sup>(6)</sup> Anchura mínima exigida y anchura mínima dispuesta en proyecto, para las puertas de paso y para las salidas de planta del recorrido de evacuación, en función de los criterios de asignación y dimensionado de los elementos de evacuación (puntos 4.1 y 4.2 de DB SI 3). La anchura de toda hoja de puerta estará comprendida entre 0.60 y 1.23 m, según la tabla 4.1 (DB SI 3).

Tabla 7 Cálculo de ocupación, número de salidas y longitud de recorridos de evacuación. Fuente CYPE MEP

### 4.3 DIMENSIONADO Y PROTECCIÓN DE ESCALERAS Y PASOS DE EVACUACION

Las escaleras previstas para evacuación se proyectan con las condiciones de protección necesarias en función de su ocupación, altura de evacuación y uso de los sectores de incendio a los que dan servicio, en base a las condiciones establecidas en la tabla 5.1 (DB SI 3).

Su capacidad y ancho necesario se establece en función de lo indicado en las tablas 4.1 de DB SI 3 y 4.1 de DB SUA 1, sobre el dimensionado de los medios de evacuación del edificio.

Escaleras y pasillos de evacuación del edificio							
Escalera	Sentido de evacuación	Altura de evacuación (m) <sup>(1)</sup>	Protección <sup>(2)(3)</sup>		Tipo de ventilación <sup>(4)</sup>	Ancho y capacidad de la escalera <sup>(5)</sup>	
			Norma	Proyecto		Ancho (m)	Capacidad (p)
Escalera_1	Descendente	3.60	NP	P	Por conductos	1.10	274
Pasillo protegido	Horizontal*	---	P	P	Por conductos	1.00	3341

**Notas:**

<sup>(1)</sup> *Altura de evacuación de la escalera, desde el origen de evacuación más alejado hasta la planta de salida del edificio, según el Anejo DB SI A Terminología.*

<sup>(2)</sup> *La resistencia al fuego de paredes, puertas y techos de las escaleras protegidas, así como la necesidad de vestíbulo de independencia cuando son especialmente protegidas, se detalla en el apartado de compartimentación en sectores de incendio, correspondiente al cumplimiento de la exigencia básica SI 1 Propagación interior.*

<sup>(3)</sup> *La protección exigida para las escaleras previstas para evacuación, en función de la altura de evacuación de la escalera y de las zonas comunicadas, según la tabla 5.1 (DB SI 3), es la siguiente:*

- NP := Escalera no protegida,

- NP-C := Escalera no protegida pero sí compartimentada entre sectores de incendio comunicados,

- P := Escalera protegida,

- EP := Escalera especialmente protegida.

<sup>(4)</sup> *Para escaleras protegidas y especialmente protegidas, así como para pasillos protegidos, se dispondrá de protección frente al humo de acuerdo a alguna de las opciones recogidas en su definición en el Anejo DB SI A Terminología:*

- Mediante ventilación natural; con ventanas practicables o huecos abiertos al exterior, con una superficie útil de al menos 1 m<sup>2</sup> por planta para escaleras o de 0.2·L m<sup>2</sup> para pasillos (siendo 'L' la longitud del pasillo en metros).

- Mediante conductos independientes y exclusivos de entrada y salida de aire; cumpliendo tamaños, conexionado y disposición requeridos en el Anejo DB SI A Terminología.

- Mediante sistema de presión diferencial conforme a UNE EN 12101-6:2006.

<sup>(5)</sup> *Ancho de la escalera en su desembarco y capacidad de evacuación de la escalera, calculada según criterios de asignación del punto 4.1 (DB SI 3), y de dimensionado según la tabla 4.1 (DB SI 3). La anchura útil mínima del tramo se establece en la tabla 4.1 de DB SUA 1, en función del uso del edificio y de cada zona de incendio.*

\* *Los pasillos protegidos se dimensionan de manera similar a las escaleras protegidas, conforme a lo expuesto en la tabla 4.1 (DB SI 3).*

*Tabla 8 Dimensionado y protección de espaleras. Fuente CYPE MEP*

#### 4.4 SEÑALIZACION DE LOS MEDIOS DE EVACUACION

Conforme a lo establecido en el apartado 7 (DB SI 3), se utilizarán señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1988, dispuestas conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso 'Residencial Vivienda' o, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m<sup>2</sup>, sean fácilmente visibles desde todos los puntos de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- La señal con el rótulo "Salida de emergencia" se utilizará en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas 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 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. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación, debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida de planta, conforme a lo establecido en el apartado 4 (DB SI 3).
- Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad (definidos en el Anejo A de CTE DB SUA) que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible, se señalizarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores

acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo “ZONA DE REFUGIO”.

- La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo “ZONA DE REFUGIO” acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona.

Las señales serán visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplirán lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

#### 4.5 CONTROL DEL HUMO DE INCENDIOS

No se ha previsto en el edificio ningún sistema de control del humo de incendio, por no existir en él ninguna zona correspondiente a los usos recogidos en el apartado 8 (DB SI 3):

- Zonas de uso Aparcamiento que no tengan la consideración de aparcamiento abierto;
- Establecimientos de uso Comercial o Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas;
- Atrios, cuando su ocupación, en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté prevista su utilización para la evacuación de más de 500 personas.

## 5. INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 5.1 DOTACION DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El edificio dispone de los equipos e instalaciones de protección contra incendios requeridos según la tabla 1.1 de DB SI 4 Instalaciones de protección contra incendios. El diseño, ejecución, puesta en funcionamiento y mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, cumplirán lo establecido, tanto en el artículo 3.1 del CTE, como en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD. 1942/1993, de 5 de noviembre), en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que les sea de aplicación.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios en los sectores de incendio					
Dotación	Extintores portátiles <sup>(1)</sup>	Bocas de incendio equipadas <sup>(2)</sup>	Columna seca	Sistema de detección y alarma <sup>(3)</sup>	Instalación automática de extinción
<b>Sc_Administrativo_1</b> (Uso 'Administrativo')					
Norma	Sí	Sí	No	Sí	No
Proyecto	Sí (38)	Sí (8)	No	Sí (6)	No

**Notas:**

<sup>(1)</sup> Se indica el número de extintores dispuestos en cada sector de incendio. Con dicha disposición, los recorridos de evacuación quedan cubiertos, cumpliendo la distancia máxima de 15 m desde todo origen de evacuación, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4.

<sup>(2)</sup> Se indica el número de equipos instalados, de 25 mm, de acuerdo a la tabla 1.1, DB SI 4.

<sup>(3)</sup> Los sistemas de detección y alarma de incendio se distribuyen uniformemente en las zonas a cubrir, cumpliendo las disposiciones de la norma UNE 23007:96 que los regula.

Los extintores que se han dispuesto, cumplen la eficacia mínima exigida: de polvo químico ABC polivalente, de eficacia 21A-144B-C.

*Tabla 9 Dotación de instalaciones de protección contra incendios. Fuente CYPE MEP*

## 5.2 SEÑALIZACION DE LAS INSTALACIONES MANUALES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) están señalizados mediante las correspondientes señales definidas en la norma UNE 23033-1. Las dimensiones de dichas señales, dependiendo de la distancia de observación, son las siguientes:

- De 210 x 210 mm cuando la distancia de observación no es superior a 10 m.
- De 420 x 420 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 10 y 20 m.
- De 594 x 594 mm cuando la distancia de observación está comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro eléctrico del alumbrado normal, mediante el alumbrado de emergencia o por fotoluminiscencia. Para las señales fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

## 6. INTERVENCION DE LOS BOMBEROS

### 6.1 CONDICIONES DE APROXIMACION Y ENTORNO

Como la altura de evacuación del edificio (3.6 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) no es necesario justificar las condiciones del vial de aproximación, ni del espacio de maniobra para los bomberos, a disponer en las fachadas donde se sitúan los accesos al edificio.

### 6.2 ACCESIBILIDAD POR LA FACHADA

Como la altura de evacuación del edificio (3.6 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) no es necesario justificar las condiciones de accesibilidad por fachada para el personal del servicio de extinción de incendio.

## 7. RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA

### 7.1 ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRINCIPALES

La resistencia al fuego de los elementos estructurales principales del edificio es suficiente si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Alcanzan la clase indicada en las tablas 3.1 y 3.2 (CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura), que representan el tiempo de resistencia en minutos ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura en función del uso del sector de incendio o zona de riesgo especial, y de la altura de evacuación del edificio.
- Soportan dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el Anejo B (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio).

Resistencia al fuego de la estructura						
Sector o local de riesgo especial <sup>(1)</sup>	Uso de la zona inferior al forjado considerado	Planta superior al forjado considerado	Material estructural considerado <sup>(2)</sup>			Estabilidad al fuego mínima de los elementos estructurales <sup>(3)</sup>
			Soportes	Vigas	Forjados	
Sc_Administrativo_1	Administrativo	Planta 1	estructura metálica	estructura metálica	estructura metálica	R 60
Sc_Administrativo_1	Administrativo	Cubierta	estructura metálica	estructura metálica	estructura metálica	R 60

**Notas:**

<sup>(1)</sup> Sector de incendio, zona de riesgo especial o zona protegida de mayor limitación en cuanto al tiempo de resistencia al fuego requerido a sus elementos estructurales. Los elementos estructurales interiores de una escalera protegida o de un pasillo protegido serán como mínimo R 30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no es necesario comprobar la resistencia al fuego de los elementos estructurales.

<sup>(2)</sup> Se define el material estructural empleado en cada uno de los elementos estructurales principales (soportes, vigas, forjados, losas, tirantes, etc.)

<sup>(3)</sup> La resistencia al fuego de un elemento se establece comprobando las dimensiones de su sección transversal, obteniendo su resistencia por los métodos simplificados de cálculo dados en los Anejos B a F (CTE DB SI Seguridad en caso de incendio), aproximados para la mayoría de las situaciones habituales.

Tabla 10 Elementos estructurales principales. Fuente CYPE MEP



GRADO EN INGENIERIA CIVIL

# TRABAJO FIN DE GRADO

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 15 – CLIMATIZACION Y GAS***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	EXIGENCIAS TECNICAS .....	1
2.1	EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE .....	2
2.1.1	Cumplimiento de la calidad del ambiente.....	2
2.1.2	Cumplimiento de la calidad del aire interior .....	2
2.1.3	Cumplimiento de la exigencia de higiene .....	4
2.2	EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGETICA.....	5
2.2.1	Cargas térmicas.....	5
2.2.2	Aislamiento térmico en redes de tuberías .....	7
2.2.3	Control de instalaciones térmicas.....	9
2.2.4	Recuperación de energía.....	10
2.2.5	Aprovechamiento de energías renovables.....	10
2.2.6	Limitación de la utilización de energía convencional.....	11
2.2.7	Lista de los equipos consumidores de energía .....	11
3.	CALCULO DE LA INSTALACION.....	13
3.1	SISTEMAS DE CONDUCCION DE AIRE. ....	13
3.2	SISTEMAS DE CONDUCCION DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS .....	15
3.3	SISTEMAS DE CONDUCCION DE AGUAS. TUBERIAS .....	17
3.4	EMISORES PARA CALEFACCION .....	20
4.	GAS.....	21

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites para el cumplimiento de la calidad del ambiente. Fuente: CYPE MEP .....	2
Tabla 2 Valores de condiciones interiores para cada espacio. Fuente CYPE MEP .....	2
Tabla 3 Caudales de ventilación. Fuente CYPE MEP .....	3
Tabla 4 Calidad del aire interior. Fuente CYPE MEP .....	4
Tabla 5 Categorías de aire de extracción. Fuente CYPE MEP .....	4
Tabla 6 Carga de refrigeración para el conjunto de espacios. Fuente CYPE MEP .....	5
Tabla 7 Carga de calefacción para el conjunto de recintos. Fuente CYPE MEP .....	5
Tabla 8 Cargas parciales de refrigeración. Fuente CYPE MEP .....	6
Tabla 9 Cargas parciales de calefacción. Fuente CYPE MEP .....	6
Tabla 10 Potencia térmica instalada. Fuente CYPE MEP .....	6
Tabla 11 Características de la red de tuberías de la red de calefacción. Fuente CYPE MEP .....	7
Tabla 12 Pérdida de calor en tuberías. CYPE MEP .....	8
Tabla 13 Porcentaje de pérdidas de calor en tuberías de calefacción. CYPE MEP .....	8
Tabla 14 Eficiencia energética de los equipos. CYPE MEP .....	8
Tabla 15 Categoría del sistema de control. CYPE MEP .....	9
Tabla 16 Calidad del aire interior en las instalaciones de climatización. Fuente CYPE MEP .....	10
Tabla 17 Equipos de caldera. Fuente CYPE MEP .....	11
Tabla 18 Equipos de transporte de fluidos. Fuente CYPE MEP .....	11
Tabla 19 Equipos de expansión directa. Fuente CYPE MEP .....	12
Tabla 20 Parámetros de cálculo de la instalación de gas. Fuente CYPE MEP .....	21
Tabla 21 Instalación interior .....	21

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es la descripción y cálculo de todos y cada uno de los elementos que compondrán la instalación de climatización del Nuevo Centro Deportivo.

Para el presente proyecto de ejecución es de aplicación el RITE, ya que las instalaciones térmicas del edificio son instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de ACS (agua caliente sanitaria) que están destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

El cálculo y dimensionamiento de la red de saneamiento esta realizado a través del programa informático CYPE MEP v2017d, clasificando el edificio como Edificio de locales comerciales y oficinas (número de oficinas: 1).

La normativa que se seguirá para el cálculo de la instalación será:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, RITE
- Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE), apartado 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas, incluido en el CTE.
- Documento Básico de protección contra el ruido(DB HR), incluido en el CTE
- Normas UNE

## 2. EXIGENCIAS TECNICAS

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

- Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.
- Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.
- Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

## 2.1 EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

### 2.1.1 Cumplimiento de la calidad del ambiente

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

PARÁMETROS	LÍMITE
Temperatura operativa en verano (°C)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

Tabla 1 Límites para el cumplimiento de la calidad del ambiente. Fuente: CYPE MEP

A continuación se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Aseo de planta	24	21	50
Gimnasio	24	21	50
Baño calefactado	24	21	50
Despacho	24	21	50
Hangar	24	21	50
Oficinas	24	21	50
Sala de descanso	24	21	50
Salas de reuniones	24	21	50
Vestíbulo de entrada	24	21	50

Tabla 2 Valores de condiciones interiores para cada espacio. Fuente CYPE MEP

### 2.1.2 Cumplimiento de la calidad del aire interior

#### **Categorías de calidad del aire interior**

En función del edificio o local, la categoría de calidad de aire interior (IDA) que se deberá alcanzar será como mínimo la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- IDA 2 (aire de buena calidad): oficinas, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.

- IDA 3 (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.
- IDA 4 (aire de calidad baja)

### **Caudal mínimo de aire exterior**

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la Instrucción Técnica I.T.1.1.4.2.3.

Se describe a continuación la ventilación diseñada para los recintos utilizados en el proyecto.

Referencia	CAUDALES DE VENTILACIÓN		CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	
	Por unidad de superficie (m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> ))	Por recinto (m <sup>3</sup> /h)	IDA / IDA min. (m <sup>3</sup> /h)	Fumador (m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> ))
			Aseo de planta	
Gimnasio			IDA 2	No
Baño calefactado	2.7	54.0	Baño calefactado	
			Cuarto técnico	
Despacho			IDA 2	No
Hangar			IDA 2	No
			Hueco de ascensor	
Oficinas			IDA 2	No
Sala de descanso			IDA 2	No
Salas de reuniones			IDA 2	No
Vestíbulo de entrada			IDA 2	No
			Zona de circulación	

Tabla 3 Caudales de ventilación. Fuente CYPE MEP

### **Filtración de aire exterior**

El aire exterior de ventilación se introduce al edificio debidamente filtrado según el apartado I.T.1.1.4.2.4. Se ha considerado un nivel de calidad de aire exterior para toda la instalación ODA 2, aire con concentraciones altas de partículas y/o de gases contaminantes.

Las clases de filtración empleadas en la instalación cumplen con lo establecido en la tabla 1.4.2.5 para filtros previos y finales.

Clases de filtración:

Calidad del aire exterior	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F5
ODA 2	F7 + F9	F6 + F8	F5 + F7	F5 + F6

Calidad del aire exterior	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR			
	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 3	F7+GF+F9	F7+GF+F9	F5 + F7	F5 + F6

Tabla 4 Calidad del aire interior. Fuente CYPE MEP

### **Aire de extracción**

En función del uso del edificio o local, el aire de extracción se clasifica en una de las siguientes categorías:

- AE 1 (bajo nivel de contaminación): aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar.
- AE 2 (moderado nivel de contaminación): aire de locales ocupados con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar.
- AE 3 (alto nivel de contaminación): aire que procede de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.
- AE 4 (muy alto nivel de contaminación): aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.

Se describe a continuación la categoría de aire de extracción que se ha considerado para cada uno de los recintos de la instalación:

Referencia	Categoría
Aulas	AE 1
Despacho	AE 1
Oficinas	AE 1
Sala de descanso	AE 1
Salas de reuniones	AE 1
Vestíbulo de entrada	AE 1

Tabla 5 Categorías de aire de extracción. Fuente CYPE MEP

### **2.1.3 Cumplimiento de la exigencia de higiene**

La preparación del agua caliente sanitaria se ha realizado cumpliendo con la legislación vigente higiénico – sanitaria para la prevención y control de la legionelosis.

La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.



## 2.2 EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGETICA

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

### 2.2.1 Cargas térmicas

#### Cargas máximas simultáneas

A continuación se muestra el resumen de la carga máxima simultánea para cada uno de los conjuntos de recintos:

REFRIGERACION													
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica			
		Estructural (W)	Sensible interior (W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Enfermería	Planta baja	-13.98	905.46	1086.89	918.22	1099.65	115.23	48.50	508.64	69.78	966.71	1608.29	1608.29
Pasillo	Planta baja	-228.35	3219.11	4126.25	3080.48	3987.62	633.37	266.56	2795.71	53.55	3347.04	6783.33	6783.33
Gimnasio	Planta baja	341.40	8420.67	10862.97	9024.94	11467.24	3142.53	1322.58	13871.26	181.42	10347.52	25338.50	25338.50
Zona de descanso	Planta 1	-165.50	3517.23	4182.46	3452.28	4117.51	454.64	191.34	2006.80	67.35	3643.62	6124.31	6124.31
Pasillo	Planta 1	-227.59	1899.14	2443.43	1721.70	2265.98	370.84	156.07	1636.90	52.62	1877.77	3902.88	3902.88
S. Reuniones	Planta 1	-45.05	3127.05	4034.19	3174.45	4081.59	1166.73	491.04	5150.00	178.03	3665.49	9231.60	9231.60
Despacho	Planta 1	-7.89	1563.27	1865.65	1602.04	1904.42	198.17	83.40	874.71	70.12	1685.44	2779.14	2779.14
Museo	Planta 1	-232.25	11358.56	14638.22	11460.10	14739.76	4185.59	1761.57	18475.40	178.55	13221.67	33215.16	33215.16
<b>Total</b>							<b>10267.1</b>		<b>Carga total simultánea</b>			<b>88983.2</b>	

Tabla 6 Carga de refrigeración para el conjunto de espacios. Fuente CYPE MEP

CALEFACCION							
Recinto	Planta	Carga interna sensible (W)	Ventilación		Potencia		
			Caudal (m³/h)	Carga total (W)	Por superficie (W/m²)	Máxima simultánea (W)	Máxima (W)
Aseo homb	Planta baja	176.11	54.00	366.45	30.39	542.55	542.55
Aseo mujer	Planta baja	295.31	54.00	366.45	38.59	661.76	661.76
Vestuario discp	Planta baja	130.78	54.00	366.45	57.03	497.22	497.22
Vestuario 3	Planta baja	516.96	146.82	996.35	27.83	1513.31	1513.31
Vestuario 1	Planta baja	263.41	54.00	366.45	33.26	629.86	629.86
Enfermería	Planta baja	646.77	115.23	781.97	61.99	1428.74	1428.74
Pasillo	Planta baja	4609.61	633.37	4298.06	70.32	8907.68	8907.68
Gimnasio	Planta baja	4353.57	3142.53	21325.36	183.86	25678.93	25678.93
Vestuario 2	Planta baja	466.62	132.55	899.48	27.83	1366.11	1366.11
Zona de descanso	Planta 1	2261.66	454.64	3085.20	58.80	5346.86	5346.86
Pasillo	Planta 1	2641.29	370.84	2516.53	69.54	5157.82	5157.82
S. Reuniones	Planta 1	995.05	1166.73	7917.50	171.88	8912.55	8912.55
Despacho	Planta 1	576.45	198.17	1344.76	48.47	1921.21	1921.21
Aseo 1	Planta 1	190.93	60.23	408.75	26.88	599.67	599.67
Aseo 2	Planta 1	167.06	54.00	366.45	27.33	533.51	533.51
Museo	Planta 1	3819.57	4185.59	28403.65	173.22	32223.22	32223.22
<b>Total</b>			<b>10876.7</b>	<b>Carga total simultánea</b>		<b>95921.0</b>	

Tabla 7 Carga de calefacción para el conjunto de recintos. Fuente CYPE MEP

### Carga parciales y mininas

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Refrigeración:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1	54.96	59.94	65.12	68.03	76.01	75.79	88.98	88.95	81.04	73.61	59.98	54.46

Tabla 8 Cargas parciales de refrigeración. Fuente CYPE MEP

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes (kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
1	95.92	95.92	95.92

Tabla 9 Cargas parciales de calefacción. Fuente CYPE MEP

### Potencia térmica instalada

En la siguiente tabla se resume el cálculo de la carga máxima simultánea, la pérdida de calor en las tuberías y el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos con la potencia instalada para cada conjunto de recintos.

Conjunto de recintos	$P_{instalada}$ (kW)	$\%q_{tub}$	$\%q_{equipos}$	$Q_{cal}$ (kW)	Total (kW)
1	295.00	0.26	2.00	95.92	102.59
Abreviaturas utilizadas					
$P_{instalada}$	Potencia instalada (kW)		$\%q_{equipos}$	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)	
$\%q_{tub}$	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada (%)		$Q_{cal}$	Carga máxima simultánea de calefacción (kW)	

Tabla 10 Potencia térmica instalada. Fuente CYPE MEP

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia instalada de calefacción (kW)	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	295.00	95.92
<b>Total</b>	<b>295.0</b>	<b>95.9</b>

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de pie, de baja temperatura, con cuerpo de fundición de hierro GL 180M, 3 pasos de humos rodeando completamente el hogar enteramente refrigerado por agua, fuerte aislamiento térmico, puerta frontal con posibilidad de giro a izquierda o a derecha, para quemador presurizado de gasóleo o gas

### 2.2.2 Aislamiento térmico en redes de tuberías

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado'. Este método define los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/(m·K).

El cálculo de la transmisión de calor en las tuberías se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 12241.

#### Tuberías en contacto con el ambiente exterior

Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

- Temperatura seca exterior de verano: 25.9 °C
- Temperatura seca exterior de invierno: 0.2 °C
- Velocidad del viento: 5.7 m/s

#### Tuberías en contacto con el ambiente interior

Se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 2.1.1.

A continuación se describen las tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor.

Tubería	Ø	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$q_{\text{ref.}}$ (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	25 mm	0.037	25	35.30	35.08	0.00	0.0	4.09	288.2
Tipo 1	16 mm	0.037	25	174.24	133.57	0.00	0.0	2.41	743.1
Tipo 1	20 mm	0.037	25	11.75	9.50	0.00	0.0	2.78	59.1
						<b>Total</b>	1090		

#### **Abreviaturas utilizadas**

Ø	Diámetro nominal	$\Phi_{\text{m.ref.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud
$\lambda_{\text{aisl.}}$	Conductividad del aislamiento	$q_{\text{ref.}}$	Pérdidas de calor para refrigeración
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento	$\Phi_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud
$L_{\text{imp.}}$	Longitud de impulsión	$q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción
$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno		

Tabla 11 Características de la red de tuberías de la red de calefacción. Fuente CYPE MEP

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería general de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), con barrera de oxígeno (EVOH), de 16 mm de diámetro exterior y 2 mm de espesor, PN=6 atm, empotrado en paramento, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.

### **Perdida de calor en tuberías**

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de calefacción (kW)
Tipo 1	295.00
Total	295.00

Tabla 12 Perdida de calor en tuberías. CYPE MEP

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de pie, de baja temperatura, con cuerpo de fundición de hierro GL 180M, 3 pasos de humos rodeando completamente el hogar enteramente refrigerado por agua, fuerte aislamiento térmico, puerta frontal con posibilidad de giro a izquierda o a derecha, para quemador presurizado de gasóleo o gas

El porcentaje de pérdidas de calor en las tuberías de la instalación es el siguiente:

Calefacción

Potencia de los equipos (kW)	$q_{cal}$ (W)	Pérdida de calor (%)
295.00	767.9	0.3

Tabla 13 Porcentaje de pérdidas de calor en tuberías de calefacción. CYPE MEP

Por tanto la pérdida de calor en tuberías es inferior al 4.0 %.

### **Eficiencia energética de los equipos para el transporte de fluidos**

Se describe a continuación la potencia específica de los equipos de propulsión de fluidos y sus valores límite según la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.5.

Equipos	Sistema	Categoría	Categoría límite
Tipo 1 (Gimnasio - Planta 0)	Ventilación y extracción	SFP3	SFP2
Tipo 2 (Gimnasio - Planta 0)	Ventilación y extracción	SFP1	SFP2
Tipo 2 (Museo - Planta 1)	Ventilación y extracción	SFP1	SFP2
Tipo 1 (Museo - Planta 1)	Ventilación y extracción	SFP3	SFP2

Tabla 14 Eficiencia energética de los equipos. CYPE MEP

Equipos	Referencia
Tipo 1	Ventilador centrífugo de perfil bajo, con motor para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con protección térmica, aislamiento clase F, protección IP 55 y caja de bornes ignífuga, de 1160 r.p.m., potencia absorbida 500 W, caudal máximo de 1700 m <sup>3</sup> /h, dimensiones 520x270 mm y 535 mm de largo y nivel de presión sonora de 65 dBA
Tipo 2	

### **Motores eléctricos**

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

### **Redes de tuberías**

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

#### *2.2.3 Control de instalaciones térmicas*

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

### **Control de condiciones termohidrometricas**

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

- THM-C1: Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C2: Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.
- THM-C3: Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.
- THM-C4: Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.
- THM-C5: Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

La categoría del sistema empleada en cada recinto:

Conjunto de recintos	Sistema de control
1	THM-C1

Tabla 15 Categoría del sistema de control. CYPE MEP

### Control de calidad del aire interior en las instalaciones de climatización

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente, controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

Tabla 16 Calidad del aire interior en las instalaciones de climatización. Fuente CYPE MEP

Se ha empleado en el proyecto el método IDA-C1.

#### 2.2.4 Recuperación de energía

##### Recuperación del aire exterior

El caudal de aire extraído es superior a 0.5 m<sup>3</sup>/s y por tanto se debe recuperar la energía del aire expulsado.

El sistema de recuperación de calor cumple con lo establecido en la tabla 2.4.5.1, que describe la eficiencia mínima y la pérdida de presión máxima del recuperador en función del caudal de aire exterior y del número de horas anuales de funcionamiento.

**TABLA 2.4.5.1 EFICIENCIA DE LA RECUPERACIÓN**

Horas anuales de funcionamiento	Caudal de aire exterior (m <sup>3</sup> /s)									
	> 0,5...1,5		> 1,5...3,0		> 3,0...6,0		> 6,0...12,0		> 12	
	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa	%	Pa
≤2.000	40	100	44	120	47	140	55	160	60	180
> 2.000...4.000	44	140	47	160	52	180	58	200	64	220
> 4.000...6.000	47	160	50	180	55	200	64	220	70	240
> 6.000	50	180	55	200	60	220	70	240	75	260

##### Zonificación

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

#### 2.2.5 Aprovechamiento de energías renovables

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria' mediante la justificación de su documento básico.

### 2.2.6 Limitación de la utilización de energía convencional

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

### 2.2.7 Lista de los equipos consumidores de energía

Calderas y grupos térmicos:

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de pie, de baja temperatura, con cuerpo de fundición de hierro GL 180M, 3 pasos de humos rodeando completamente el hogar enteramente refrigerado por agua, fuerte aislamiento térmico, puerta frontal con posibilidad de giro a izquierda o a derecha, para quemador presurizado de gasóleo o gas

*Tabla 17 Equipos de caldera. Fuente CYPE MEP*

Equipos de transporte de fluidos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Ventilador centrífugo de perfil bajo, con motor para alimentación trifásica a 400 V y 50 Hz de frecuencia, con protección térmica, aislamiento clase F, protección IP 55 y caja de bornes ignífuga, de 1160 r.p.m., potencia absorbida 500 W, caudal máximo de 1700 m <sup>3</sup> /h, dimensiones 520x270 mm y 535 mm de largo y nivel de presión sonora de 65 dBA
Tipo 2	
Tipo 3	Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW

*Tabla 18 Equipos de transporte de fluidos. Fuente CYPE MEp*

Sistema de expansión directa

Equipos	Referencia
Tipo 1	Equipo de aire acondicionado, sistema aire-aire split 1x1, de pared, para gas R-410A, bomba de calor, alimentación monofásica (230V/50Hz), potencia frigorífica nominal 5 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo en el interior 19°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 24°C), potencia calorífica nominal 5,8 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 20°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 6°C), SEER = 6,3 (clase A++), SCOP = 4,9 (clase A++), EER = 3,23 (clase A), COP = 3,65 (clase A), formado por una unidad interior de 294x798x229 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 25 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 678 m <sup>3</sup> /h, con filtro alérgico, filtro desodorizante fotocatalítico y control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer, y una unidad exterior con compresor de tipo rotativo, de 640x800x290 mm, nivel sonoro 51 dBA y caudal de aire 2160 m <sup>3</sup> /h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio)

Equipos	Referencia
Tipo 2	Equipo de aire acondicionado, sistema aire-aire split 1x1, de cassette, para gas R-410A, bomba de calor, con tecnología Inverter, gama semi-industrial (PAC), alimentación a la unidad exterior monofásica (230V/50Hz), modelo FDT100VFN "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 10 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo en el interior 19°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 24°C), potencia calorífica nominal 11,2 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 20°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 6°C), SEER = 5,7 (clase A+), SCOP = 4 (clase A), EER = 3,62 (clase A), COP = 4,09 (clase A), formado por una unidad interior FDT100VF, de 298x840x840 mm con panel de 35x950x950 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 35 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 2220 m <sup>3</sup> /h, con filtro, bomba de drenaje y control por cable, modelo RC-E5, y una unidad exterior FDC100VN, con compresor de tipo rotativo, de 845x970x370 mm, nivel sonoro 49 dBA y caudal de aire 4500 m <sup>3</sup> /h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio)
Tipo 3	Equipo de aire acondicionado, sistema aire-aire split 1x1, de pared, para gas R-410A, bomba de calor, con tecnología DC PAM Hyper Inverter, gama doméstica (RAC), alimentación monofásica (230V/50Hz), modelo HighCop SRK71ZM "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 7,1 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo en el interior 19°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 24°C), potencia calorífica nominal 8 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 20°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 6°C), SEER = 6,1 (clase A+), SCOP = 5,4 (clase A+++), EER = 3,29 (clase A), COP = 3,74 (clase A), formado por una unidad interior SRK71ZM, de 318x1098x248 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 26 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 1170 m <sup>3</sup> /h, con filtro alergénico, filtro desodorizante fotocatalítico y control inalámbrico, con programador semanal, modelo Weekly Timer, y una unidad exterior SRC71ZM, con compresor de tipo rotativo, de 750x880x340 mm, nivel sonoro 53 dBA y caudal de aire 3300 m <sup>3</sup> /h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio)
Tipo 4	Equipo de aire acondicionado, sistema aire-aire split 1x1, de cassette, para gas R-410A, bomba de calor, con tecnología Inverter, gama semi-industrial (PAC), alimentación a la unidad exterior monofásica (230V/50Hz), modelo FDT125VFN "MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES", potencia frigorífica nominal 12,5 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 27°C, temperatura de bulbo húmedo en el interior 19°C, temperatura de bulbo seco en el exterior 35°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 24°C), potencia calorífica nominal 14 kW (temperatura de bulbo seco en el interior 20°C, temperatura de bulbo húmedo en el exterior 6°C), EER = 3,09 (clase B), COP = 3,71 (clase A), formado por una unidad interior FDT125VF, de 298x840x840 mm con panel de 35x950x950 mm, nivel sonoro (velocidad baja) 37 dBA, caudal de aire (velocidad alta) 2220 m <sup>3</sup> /h, con filtro, bomba de drenaje y control por cable, modelo RC-E5, y una unidad exterior FDC125VN, con compresor de tipo rotativo, de 845x970x370 mm, nivel sonoro 50 dBA y caudal de aire 4500 m <sup>3</sup> /h, con control de condensación y posibilidad de integración en un sistema domótico o control Wi-Fi a través de un interface (no incluido en este precio)

Tabla 19 Equipos de expansión directa. Fuente CYPE MEP



### 3. CALCULO DE LA INSTALACION

En este apartado se detallan las características y componentes del sistema de climatización dimensionado para el Nuevo Centro Deportivo.

#### 3.1 SISTEMAS DE CONDUCCION DE AIRE.

Conductos									
Tramo		Q	w x h	V	Φ	L	ΔP <sub>1</sub>	ΔP	D
Inicio	Final	(m <sup>3</sup> /h)	(mm)	(m/s)	(mm)	(m)	(Pa)	(Pa)	(Pa)
A275-Planta baja	Planta baja	4040.0	1000x250	5.3	516.9	0.88	10.39	21.31	
A282-Planta baja	A281-Planta baja	1500.0	300x250	5.9	299.1	1.09	3.66	11.48	
N13-Planta baja	A281-Planta baja	459.7	250x150	3.7	210.0	3.56		34.09	
N13-Planta baja	A281-Planta baja	667.7	300x150	4.5	228.5	5.98	4.39	35.54	33.53
N13-Planta baja	A281-Planta baja	875.8	400x150	4.6	260.1	2.63	4.39	29.06	40.01
N13-Planta baja	A281-Planta baja	1083.9	500x150	4.7	286.8	3.79	4.39	26.58	42.49
N13-Planta baja	A281-Planta baja	1291.9	600x150	4.7	310.2	5.13	4.39	23.30	45.77
N13-Planta baja	A281-Planta baja	1500.0	600x150	5.5	310.2	3.02	4.39	19.12	49.96
N38-Planta baja	N13-Planta baja	354.8	200x150	3.5	188.9	4.29		48.01	
N38-Planta baja	N13-Planta baja	459.7	250x150	3.7	210.0	10.15	2.36	46.65	22.43
alazne-Planta baja	N14-Planta baja	4040.0	1000x250	5.3	516.9	1.74		22.26	
N26-Planta baja	N38-Planta baja		200x150		188.9	0.35		62.73	
N26-Planta baja	N38-Planta baja	250.0	200x150	2.5	188.9	13.30	6.34	69.07	
N26-Planta baja	N38-Planta baja	354.8	200x150	3.5	188.9	9.89	2.36	58.95	10.12
N48-Planta baja	N37-Planta baja		150x150		164.0	0.17		80.98	
N48-Planta baja	N37-Planta baja	150.0	150x150	2.0	164.0	2.06	2.94	83.92	2.21
N48-Planta baja	N37-Planta baja	300.0	250x150	2.4	210.0	9.45	6.62	86.14	
N48-Planta baja	N37-Planta baja	450.0	300x150	3.0	228.5	16.16	6.62	81.45	4.68
N48-Planta baja	N37-Planta baja	600.0	400x150	3.1	260.1	9.60	2.94	67.53	18.61
N48-Planta baja	N37-Planta baja	790.0	500x150	3.4	286.8	2.35	2.47	60.71	25.42
N40-Planta baja	N51-Planta baja	1790.0	500x250	4.4	380.8	1.49	8.17	53.40	32.74
N40-Planta baja	N51-Planta baja	1540.0	400x250	4.6	343.3	3.10	8.17	59.42	26.72
N40-Planta baja	N51-Planta baja	1290.0	400x250	3.9	343.3	0.52		51.51	
N40-Planta baja	N42-Planta baja	250.0	200x150	2.5	188.9	2.00	8.17	56.44	29.70
N40-Planta baja	N42-Planta baja		200x150		188.9	0.23		48.27	
N43-Planta baja	N20-Planta baja	2790.0	800x250	4.5	469.7	1.54	8.17	40.43	45.70
N43-Planta baja	N20-Planta baja	2540.0	600x250	5.2	413.7	1.25		38.17	
N43-Planta baja	N44-Planta baja	250.0	200x150	2.5	188.9	1.89	8.17	53.16	32.98
N43-Planta baja	N44-Planta baja		200x150		188.9	0.74		44.99	
N51-Planta baja	N37-Planta baja	1040.0	600x150	3.8	310.2	1.25	8.17	60.46	25.67
N51-Planta baja	N37-Planta baja	790.0	500x150	3.4	286.8	1.97		55.36	
N51-Planta baja	N52-Planta baja	250.0	200x150	2.5	188.9	1.81	8.17	64.52	21.62
N51-Planta baja	N52-Planta baja		200x150		188.9	0.79		56.35	
N14-Planta baja	N43-Planta baja	3790.0	1000x250	5.0	516.9	2.08	8.17	31.29	54.84
N14-Planta baja	N43-Planta baja	3540.0	1000x250	4.7	516.9	1.71	8.17	32.02	54.11
N14-Planta baja	N43-Planta baja	3290.0	800x250	5.3	469.7	2.85	8.17	38.81	47.32
N14-Planta baja	N43-Planta baja	3040.0	800x250	4.9	469.7	2.05		31.70	
N14-Planta baja	N45-Planta baja	250.0	200x150	2.5	188.9	1.92	8.17	43.73	42.40
N14-Planta baja	N45-Planta baja		200x150		188.9	0.70		35.57	
N20-Planta baja	N40-Planta baja	2290.0	600x250	4.7	413.7	2.22	8.17	47.47	38.66
N20-Planta baja	N40-Planta baja	2040.0	500x250	5.0	380.8	1.02		44.53	
N20-Planta baja	N49-Planta baja	250.0	200x150	2.5	188.9	1.65	8.17	59.51	26.63
N20-Planta baja	N49-Planta baja		200x150		188.9	0.58		51.34	
A63-Planta 1	N37-Planta 1	6710.0	600x600	5.5	655.9	2.69		34.94	
A63-Planta 1	A26-Planta 1	6710.0	600x600	5.5	655.9	0.91	18.20	30.14	
A132-Planta 1	N8-Planta 1	1770.0	800x150	5.1	349.9	3.15	1.01	19.92	63.08
A132-Planta 1	N8-Planta 1	1670.0	800x150	4.8	349.9	8.95	1.01	26.40	56.60
A132-Planta 1	N8-Planta 1	1570.0	600x150	5.8	310.2	10.43	1.01	38.57	44.44

Tramo		Conductos							
Inicio	Final	Q (m <sup>3</sup> /h)	w x h (mm)	V (m/s)	Φ (mm)	L (m)	ΔP <sub>1</sub> (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
A132-Planta 1	N8-Planta 1	1470.0	600x150	5.4	310.2	4.47	1.01	47.67	35.33
A132-Planta 1	N8-Planta 1	1370.0	600x150	5.0	310.2	3.37		49.72	
A90-Planta 1	A132-Planta 1	1500.0	300x250	5.9	299.1	1.16	8.45	16.37	
N7-Planta 1	N37-Planta 1	2125.0	600x250	4.4	413.7	2.74		50.98	
N7-Planta 1	N37-Planta 1	2550.0	800x250	4.1	469.7	2.70	23.61	69.70	19.03
N7-Planta 1	N37-Planta 1	2975.0	1000x250	3.9	516.9	1.54	23.61	65.64	23.09
N23-Planta 1	N30-Planta 1	850.0	300x250	3.4	299.1	0.84		58.75	
N23-Planta 1	N30-Planta 1	1275.0	400x250	3.8	343.3	0.57	23.61	79.91	8.82
N23-Planta 1	N40-Planta 1	425.0	250x250	2.0	273.3	0.86	12.38	71.46	17.27
N23-Planta 1	N40-Planta 1		250x250		273.3	0.68		59.08	
N23-Planta 1	N34-Planta 1	425.0	250x250	2.0	273.3	1.57	23.61	85.09	3.64
N23-Planta 1	N34-Planta 1		250x250		273.3	0.98		61.49	
N20-Planta 1	N27-Planta 1	2120.0	600x250	4.4	413.7	7.10	7.53	68.67	20.06
N20-Planta 1	N27-Planta 1	1880.0	600x250	3.9	413.7	0.39		61.29	
N20-Planta 1	N22-Planta 1	230.0	200x150	2.3	188.9	1.68	6.91	71.21	17.52
N20-Planta 1	N22-Planta 1		200x150		188.9	0.30		64.30	
N20-Planta 1	N33-Planta 1	2350.0	800x250	3.8	469.7	3.68		56.94	
N20-Planta 1	N33-Planta 1	2550.0	800x250	4.1	469.7	7.21	5.23	60.98	27.75
N26-Planta 1	N3-Planta 1	1160.0	600x150	4.3	310.2	2.23	7.53	76.53	12.20
N26-Planta 1	N3-Planta 1	920.0	600x150	3.4	310.2	4.11	6.91	81.23	7.50
N26-Planta 1	N3-Planta 1	690.0	500x150	3.0	286.8	4.50	6.91	84.56	4.18
N26-Planta 1	N3-Planta 1	460.0	400x150	2.4	260.1	4.06	6.91	86.80	1.93
N26-Planta 1	N3-Planta 1	230.0	200x150	2.3	188.9	2.45	6.91	88.73	
N26-Planta 1	N3-Planta 1		200x150		188.9	0.94		81.82	
N27-Planta 1	N26-Planta 1	1400.0	500x250	3.4	380.8	1.19	7.53	69.06	19.67
N27-Planta 1	N26-Planta 1	1160.0	400x250	3.5	343.3	1.08		64.18	
N27-Planta 1	N28-Planta 1	480.0	250x200	2.9	244.1	0.90	7.53	71.93	16.80
N27-Planta 1	N28-Planta 1	240.0	200x200	1.8	218.6	1.97	7.53	72.92	15.81
N27-Planta 1	N28-Planta 1		200x200		218.6	0.62		65.39	
N33-Planta 1	N37-Planta 1	2550.0	800x250	4.1	469.7	0.97		50.52	
N33-Planta 1	N37-Planta 1	2910.0	800x250	4.7	469.7	2.09	16.94	67.09	21.64
N33-Planta 1	N37-Planta 1	3310.0	1000x250	4.4	516.9	3.53	20.91	66.09	22.64
N33-Planta 1	N37-Planta 1	3735.0	1000x250	4.9	516.9	4.04	23.61	67.45	21.28
N43-Planta 1	N6-Planta 1	450.0	250x150	3.6	210.0	2.89	1.01	71.46	11.54
N43-Planta 1	N6-Planta 1	350.0	200x150	3.5	188.9	5.39	1.01	76.03	6.98
N43-Planta 1	N6-Planta 1	250.0	200x150	2.5	188.9	3.57	6.34	83.00	
N43-Planta 1	N6-Planta 1		200x150		188.9	0.99		76.66	
N43-Planta 1	N44-Planta 1	360.0	300x150	2.4	228.5	2.05	13.15	79.33	3.68
N43-Planta 1	N44-Planta 1		300x150		228.5	0.15		66.17	
N8-Planta 1	N43-Planta 1	1010.0	500x150	4.3	286.8	0.92	1.01	54.17	28.83
N8-Planta 1	N43-Planta 1	910.0	400x150	4.8	260.1	10.25	1.01	64.55	18.45
N8-Planta 1	N43-Planta 1	810.0	400x150	4.2	260.1	2.61		65.68	
N8-Planta 1	N21-Planta 1	360.0	300x150	2.4	228.5	2.09	13.15	63.20	19.80
N8-Planta 1	N21-Planta 1		300x150		228.5	0.20		50.05	
N30-Planta 1	N29-Planta 1	1275.0	400x250	3.8	343.3	3.09		56.03	
N29-Planta 1	N7-Planta 1	1700.0	500x250	4.1	380.8	0.73		54.82	
N29-Planta 1	N7-Planta 1	2125.0	600x250	4.4	413.7	0.68	23.61	74.93	13.80
N29-Planta 1	N32-Planta 1	425.0	250x250	2.0	273.3	1.68	23.61	80.99	7.74
N29-Planta 1	N32-Planta 1		250x250		273.3	0.80		57.38	
Abreviaturas utilizadas									
Q	<i>Caudal</i>			L	<i>Longitud</i>				
w x h	<i>Dimensiones (Ancho x Alto)</i>			ΔP <sub>1</sub>	<i>Pérdida de presión</i>				
V	<i>Velocidad</i>			ΔP	<i>Pérdida de presión acumulada</i>				
Φ	<i>Diámetro equivalente.</i>			D	<i>Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable</i>				

### 3.2 SISTEMAS DE CONDUCCION DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS

Difusores y rejillas								
Tipo	w x h (mm)	Q (m <sup>3</sup> /h)	A (cm <sup>2</sup> )	X (m)	P (dBA)	ΔP <sub>i</sub> (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
A275-Planta baja: Rejilla de toma de aire	800x495	4040.0	2020.59		36.1	10.39	21.31	0.00
A282-Planta baja: Rejilla de extracción	600x495	1500.0	1882.24		< 20 dB	3.66	11.48	0.00
A90-Planta 1: Rejilla de extracción	400x495	1500.0	1238.74		21.9	8.45	16.37	0.00
A26-Planta 1: Rejilla de toma de aire	1000x495	6710.0	2535.39		44.6	18.20	30.14	0.00
N13 -> A281, (107.03, 53.43), 3.56 m: Rejilla de retorno	325x125	208.1	160.00		23.0	4.39	35.54	33.53
N13 -> A281, (107.01, 47.45), 9.54 m: Rejilla de retorno	325x125	208.1	160.00		23.0	4.39	29.06	40.01
N13 -> A281, (107.00, 44.82), 12.17 m: Rejilla de retorno	325x125	208.1	160.00		23.0	4.39	26.58	42.49
N13 -> A281, (106.99, 41.03), 15.96 m: Rejilla de retorno	325x125	208.1	160.00		23.0	4.39	23.30	45.77
N13 -> A281, (106.98, 35.90), 21.09 m: Rejilla de retorno	325x125	208.1	160.00		23.0	4.39	19.12	49.96
N38 -> N13, (96.90, 56.99), 4.29 m: Rejilla de retorno	225x125	104.8	110.00		< 20 dB	2.36	46.65	22.43
N26 -> N38, (69.42, 56.99), 0.35 m: Rejilla de retorno	325x125	250.0	160.00		28.6	6.34	69.07	0.00
N26 -> N38, (82.71, 56.99), 13.65 m: Rejilla de retorno	225x125	104.8	110.00		< 20 dB	2.36	58.95	10.12
N48 -> N37, (69.24, 57.74), 0.17 m: Rejilla de impulsión	325x125	150.0	210.00	3.7	< 20 dB	2.94	83.92	2.21
N48 -> N37, (71.29, 57.74), 2.23 m: Rejilla de impulsión	225x125	150.0	140.00	4.5	< 20 dB	6.62	86.14	0.00
N48 -> N37, (80.75, 57.74), 11.68 m: Rejilla de impulsión	225x125	150.0	140.00	4.5	< 20 dB	6.62	81.45	4.68
N48 -> N37, (96.91, 57.74), 27.84 m: Rejilla de impulsión	325x125	150.0	210.00	3.7	< 20 dB	2.94	67.53	18.61
N48 -> N37, (106.51, 57.74), 37.44 m: Rejilla de impulsión	425x125	190.0	290.00	3.9	< 20 dB	2.47	60.71	25.42
N40 -> N51, (108.85, 50.90), 1.49 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	53.40	32.74
N40 -> N51, (108.85, 54.00), 4.58 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	59.42	26.72
N40 -> N42, (110.85, 49.41), 2.00 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	56.44	29.70
N43 -> N20, (108.85, 44.92), 1.54 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	40.43	45.70
N43 -> N44, (110.74, 43.37), 1.89 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	53.16	32.98
N51 -> N37, (108.85, 55.77), 1.25 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	60.46	25.67
N51 -> N52, (110.67, 54.52), 1.81 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	64.52	21.62
N14 -> N43, (108.85, 36.77), 2.08 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	31.29	54.84
N14 -> N43, (108.85, 38.47), 3.79 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	32.02	54.11
N14 -> N43, (108.85, 41.32), 6.64 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	38.81	47.32
N14 -> N45, (110.77, 34.69), 1.92 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	43.73	42.40
N20 -> N40, (108.85, 48.39), 2.22 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	47.47	38.66
N20 -> N49, (110.50, 46.17), 1.65 m: Rejilla de impulsión	325x125	250.0	210.00	6.1	21.4	8.17	59.51	26.63
A132 -> N8, (107.01, 35.88), 3.15 m: Rejilla de retorno	325x125	100.0	160.00		< 20 dB	1.01	19.92	63.08
A132 -> N8, (107.01, 44.83), 12.10 m: Rejilla de retorno	325x125	100.0	160.00		< 20 dB	1.01	26.40	56.60
A132 -> N8, (107.01, 55.26), 22.53 m: Rejilla de retorno	325x125	100.0	160.00		< 20 dB	1.01	38.57	44.44

Difusores y rejillas								
Tipo	w x h (mm)	Q (m <sup>3</sup> /h)	A (cm <sup>2</sup> )	X (m)	P (dBA)	ΔP <sub>1</sub> (Pa)	ΔP (Pa)	D (Pa)
A132 -> N8, (104.26, 56.97), 27.00 m: Rejilla de retorno	325x125	100.0	160.00		< 20 dB	1.01	47.67	35.33
N7 -> N37, (108.38, 44.98), 2.74 m: Rejilla de impulsión	325x125	425.0	210.00	10.3	37.5	23.61	69.70	19.03
N7 -> N37, (108.38, 47.67), 5.44 m: Rejilla de impulsión	325x125	425.0	210.00	10.3	37.5	23.61	65.64	23.09
N23 -> N30, (108.39, 37.16), 0.84 m: Rejilla de impulsión	325x125	425.0	210.00	10.3	37.5	23.61	79.91	8.82
N23 -> N40, (108.39, 35.46), 0.86 m: Rejilla de impulsión	425x125	425.0	290.00	8.8	27.7	12.38	71.46	17.27
N23 -> N34, (109.95, 36.32), 1.57 m: Rejilla de impulsión	325x125	425.0	210.00	10.3	37.5	23.61	85.09	3.64
N20 -> N27, (90.36, 59.84), 7.10 m: Rejilla de impulsión	325x125	240.0	210.00	5.8	20.1	7.53	68.67	20.06
N20 -> N22, (97.46, 58.15), 1.68 m: Rejilla de impulsión	325x125	230.0	210.00	5.6	< 20 dB	6.91	71.21	17.52
N20 -> N33, (101.14, 59.84), 3.68 m: Rejilla de impulsión	325x125	200.0	210.00	4.9	< 20 dB	5.23	60.98	27.75
N26 -> N3, (85.47, 59.84), 2.23 m: Rejilla de impulsión	325x125	240.0	210.00	5.8	20.1	7.53	76.53	12.20
N26 -> N3, (83.33, 57.87), 6.34 m: Rejilla de impulsión	325x125	230.0	210.00	5.6	< 20 dB	6.91	81.23	7.50
N26 -> N3, (78.83, 57.87), 10.84 m: Rejilla de impulsión	325x125	230.0	210.00	5.6	< 20 dB	6.91	84.56	4.18
N26 -> N3, (74.77, 57.87), 14.90 m: Rejilla de impulsión	325x125	230.0	210.00	5.6	< 20 dB	6.91	86.80	1.93
N26 -> N3, (72.31, 57.87), 17.36 m: Rejilla de impulsión	325x125	230.0	210.00	5.6	< 20 dB	6.91	88.73	0.00
N27 -> N26, (88.78, 59.84), 1.19 m: Rejilla de impulsión	325x125	240.0	210.00	5.8	20.1	7.53	69.06	19.67
N27 -> N28, (89.97, 60.74), 0.90 m: Rejilla de impulsión	325x125	240.0	210.00	5.8	20.1	7.53	71.93	16.80
N27 -> N28, (89.97, 62.71), 2.87 m: Rejilla de impulsión	325x125	240.0	210.00	5.8	20.1	7.53	72.92	15.81
N33 -> N37, (108.35, 58.87), 0.97 m: Rejilla de impulsión	325x125	360.0	210.00	8.8	32.4	16.94	67.09	21.64
N33 -> N37, (108.35, 56.78), 3.06 m: Rejilla de impulsión	325x125	400.0	210.00	9.7	35.6	20.91	66.09	22.64
N33 -> N37, (108.36, 53.25), 6.59 m: Rejilla de impulsión	325x125	425.0	210.00	10.3	37.5	23.61	67.45	21.28
N43 -> N6, (84.22, 56.97), 2.89 m: Rejilla de retorno	325x125	100.0	160.00		< 20 dB	1.01	71.46	11.54
N43 -> N6, (78.83, 56.97), 8.29 m: Rejilla de retorno	325x125	100.0	160.00		< 20 dB	1.01	76.03	6.98
N43 -> N6, (75.26, 56.97), 11.85 m: Rejilla de retorno	325x125	250.0	160.00		28.6	6.34	83.00	0.00
N43 -> N44, (87.11, 59.02), 2.05 m: Rejilla de retorno	325x125	360.0	160.00		39.7	13.15	79.33	3.68
N8 -> N43, (99.97, 56.97), 0.92 m: Rejilla de retorno	325x125	100.0	160.00		< 20 dB	1.01	54.17	28.83
N8 -> N43, (89.73, 56.97), 11.17 m: Rejilla de retorno	325x125	100.0	160.00		< 20 dB	1.01	64.55	18.45
N8 -> N21, (100.89, 59.06), 2.09 m: Rejilla de retorno	325x125	360.0	160.00		39.7	13.15	63.20	19.80
N29 -> N7, (108.38, 41.55), 0.73 m: Rejilla de impulsión	325x125	425.0	210.00	10.3	37.5	23.61	74.93	13.80
N29 -> N32, (110.07, 40.82), 1.68 m: Rejilla de impulsión	325x125	425.0	210.00	10.3	37.5	23.61	80.99	7.74

Difusores y rejillas									
Tipo		w x h (mm)	Q (m <sup>3</sup> /h)	A (cm <sup>2</sup> )	X (m)	P (dBA)	$\Delta P_1$ (Pa)	$\Delta P$ (Pa)	D (Pa)
Abreviaturas utilizadas									
$\Phi$	Diámetro			P	Potencia sonora				
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)			$\Delta P_1$	Pérdida de presión				
Q	Caudal			$\Delta P$	Pérdida de presión acumulada				
A	Área efectiva			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				
X	Alcance								

### 3.3 SISTEMAS DE CONDUCCION DE AGUAS. TUBERIAS

Tuberías (Calefacción)									
Inicio	Tramo		Tipo	$\Phi$	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	$\Delta P_1$ (kPa)	$\Delta P$ (kPa)
	Final								
N11-Planta baja	N18-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.21	0.6	14.16	4.149	10.88
A266-Planta baja	N17-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	2.71	0.058	12.76
A267-Planta baja	N32-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	2.73	0.059	15.42
A268-Planta baja	N7-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.22	0.033	16.50
A269-Planta baja	N6-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.26	0.036	16.46
A270-Planta baja	N28-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	1.04	0.035	16.74
N16-Planta baja	N32-Planta baja		Impulsión	20 mm	0.06	0.3	1.45	0.156	15.18
N22-Planta baja	N21-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.20	0.6	2.30	0.616	11.87
N24-Planta baja	N11-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.21	0.6	3.05	0.893	6.73
N25-Planta baja	N24-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.21	0.6	0.18	0.053	5.83
A276-Planta baja	N23-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.00	0.0	0.34	0.014	12.09
A277-Planta baja	N23-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	1.06	0.039	12.11
A278-Planta baja	N30-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	1.36	0.041	15.63
A279-Planta baja	N31-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	2.17	0.062	15.81
N5-Planta baja	N6-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.04	0.3	0.36	0.068	16.24
N6-Planta baja	N2-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.03	0.3	0.26	0.032	16.27
N8-Planta baja	N5-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.04	0.3	0.16	0.031	16.17
N9-Planta baja	N7-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.21	0.003	16.28
A292-Planta baja	A292-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.21	0.6	1.33	0.388	5.29
A292-Planta baja	N15-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.21	0.6	0.11	0.032	5.33
N15-Planta baja	A44-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.21	0.6	0.12	0.036	5.36
A44-Planta baja	N25-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.21	0.6	1.43	0.420	5.78
A293-Planta baja	N1-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.02	0.2	3.13	0.308	13.39
A294-Planta baja	N22-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.00	0.0	1.68	0.023	11.47
N1-Planta baja	N41-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.16	0.5	6.84	1.261	14.15
N10-Planta baja	N22-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.20	0.6	0.79	0.219	11.26
N10-Planta baja	A197-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	2.77	0.042	11.27
N21-Planta baja	N35-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.19	0.6	1.37	0.329	12.20
N23-Planta baja	N21-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.49	0.013	11.89
N17-Planta baja	N1-Planta baja		Impulsión (*)	25 mm	0.18	0.5	1.68	0.377	12.89
A303-Planta baja	N46-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.37	0.021	16.75
A304-Planta baja	N3-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.55	0.038	16.75
N2-Planta baja	N9-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.75	0.011	16.28
N2-Planta baja	N27-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.02	0.2	2.82	0.200	16.47
N4-Planta baja	N12-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.19	0.007	16.52
N27-Planta baja	N28-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.02	0.2	0.64	0.045	16.51
N28-Planta baja	N4-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.02	0.001	16.51
N32-Planta baja	N19-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.05	0.5	0.41	0.139	15.31
N19-Planta baja	N30-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.05	0.5	0.25	0.086	15.40
N29-Planta baja	N31-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.05	0.4	0.11	0.030	15.56
N30-Planta baja	N29-Planta baja		Impulsión	16 mm	0.05	0.4	0.48	0.127	15.53

Tuberías (Calefacción)								
Inicio	Tramo		Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP <sub>1</sub> (kPa)	ΔP (kPa)
	Final	Tipo						
N31-Planta baja	N8-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.04	0.3	3.07	0.578	16.14
N35-Planta baja	N33-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.19	0.6	0.94	0.225	12.43
N33-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.19	0.6	0.37	0.088	12.51
A305-Planta baja	N36-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.02	0.2	3.13	0.402	15.41
N34-Planta baja	N36-Planta baja	Impulsión	20 mm	0.08	0.4	2.05	0.381	14.82
N36-Planta baja	N16-Planta baja	Impulsión	20 mm	0.06	0.3	1.89	0.204	15.02
N12-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.19	0.003	16.52
N12-Planta baja	N47-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	1.28	0.011	16.53
N47-Planta baja	N46-Planta baja	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.72	0.006	16.54
N18-Planta baja	N10-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.21	0.6	0.55	0.160	11.04
N39-Planta baja	N34-Planta baja	Impulsión	20 mm	0.08	0.4	1.44	0.268	14.43
N39-Planta baja	N5-Planta 1	Impulsión (*)	20 mm	0.06	0.3	3.60	0.402	14.57
N41-Planta baja	N39-Planta baja	Impulsión (*)	25 mm	0.14	0.4	0.09	0.014	14.17
N41-Planta baja	N24-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.02	0.1	3.60	0.148	14.30
A50-Planta 1	N17-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	1.19	0.038	14.60
A51-Planta 1	N11-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.33	0.027	15.18
A52-Planta 1	N12-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.21	0.026	15.36
A53-Planta 1	N36-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.07	0.026	16.83
N11-Planta 1	N12-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.05	0.4	0.62	0.178	15.14
N12-Planta 1	N14-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.04	0.4	0.20	0.044	15.19
N13-Planta 1	N11-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.06	0.5	0.18	0.066	14.96
N14-Planta 1	N2-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.04	0.4	5.41	1.189	16.37
A54-Planta 1	N4-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	2.71	0.072	14.66
A56-Planta 1	N19-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	2.66	0.041	14.94
N16-Planta 1	N4-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.88	0.013	14.41
N17-Planta 1	N16-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	1.39	0.021	14.39
N18-Planta 1	N19-Planta 1	Impulsión (*)	20 mm	0.06	0.3	0.81	0.090	14.72
N19-Planta 1	N13-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.06	0.5	0.50	0.182	14.90
N5-Planta 1	N18-Planta 1	Impulsión (*)	20 mm	0.06	0.3	0.52	0.058	14.63
N24-Planta 1	N9-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.02	0.1	1.49	0.061	14.36
N9-Planta 1	N17-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.02	0.1	0.26	0.011	14.37
N25-Planta 1	A65-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	3.24	0.098	16.87
N25-Planta 1	N10-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.03	0.3	0.13	0.018	16.60
N2-Planta 1	N25-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.04	0.4	0.95	0.209	16.58
A24-Planta 1	N1-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.22	0.061	17.14
N1-Planta 1	N39-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.01	0.1	12.41	0.447	17.34
N15-Planta 1	N1-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.02	0.2	1.85	0.170	16.90
N10-Planta 1	N36-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.03	0.3	0.11	0.016	16.62
N36-Planta 1	N15-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.02	0.2	1.18	0.108	16.73
A25-Planta 1	N42-Planta 1	Impulsión	16 mm	0.01	0.1	0.22	0.031	17.63
N39-Planta 1	N42-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.01	0.1	2.02	0.073	17.42
A27-Planta 1	N38-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.01	0.1	1.61	0.046	17.73
N41-Planta 1	N38-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.01	0.1	0.14	0.002	17.50
N42-Planta 1	N41-Planta 1	Impulsión (*)	16 mm	0.01	0.1	6.82	0.079	17.49
N11-Planta baja	N18-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.21	0.6	14.16	4.373	6.23
A266-Planta baja	N35-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	2.71	0.041	7.66
A267-Planta baja	N16-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	2.73	0.042	10.37
A268-Planta baja	N9-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.10	0.021	11.97
A269-Planta baja	N8-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.05	0.023	11.86
A270-Planta baja	N27-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.04	0.016	12.17
N16-Planta baja	N32-Planta baja	Retorno	16 mm	0.05	0.5	1.45	0.519	10.84
N22-Planta baja	N21-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.20	0.6	2.30	0.649	7.28
N24-Planta baja	N11-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.21	0.6	3.05	0.941	1.85
N25-Planta baja	N24-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.21	0.6	0.18	0.056	0.91
A276-Planta baja	N23-Planta baja	Retorno	16 mm	0.00	0.0	0.34	0.004	7.29
A277-Planta baja	N23-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.06	0.021	7.31



Tuberías (Calefacción)								
Inicio	Tramo		Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP <sub>1</sub> (kPa)	ΔP (kPa)
	Final	Tipo						
A278-Planta baja	N19-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	2.70	0.040	11.03
A279-Planta baja	N29-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.27	0.025	11.22
N5-Planta baja	N6-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.3	0.36	0.048	11.90
N6-Planta baja	N2-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.3	0.26	0.035	11.94
N8-Planta baja	N5-Planta baja	Retorno	16 mm	0.03	0.3	0.16	0.022	11.86
A292-Planta baja	A292-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.21	0.6	1.12	0.346	0.35
A292-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.21	0.6	0.09	0.029	0.38
N15-Planta baja	A44-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.21	0.6	0.12	0.038	0.41
A44-Planta baja	N25-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.21	0.6	1.43	0.442	0.86
A293-Planta baja	N33-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	2.84	0.202	8.05
A294-Planta baja	N22-Planta baja	Retorno	16 mm	0.00	0.0	1.68	0.013	6.64
N1-Planta baja	N41-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.16	0.5	6.84	1.331	9.57
N10-Planta baja	N22-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.20	0.6	0.79	0.231	6.63
N10-Planta baja	A197-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	2.77	0.029	6.42
N21-Planta baja	N35-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.19	0.6	1.37	0.347	7.62
N23-Planta baja	N21-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.49	0.014	7.29
N17-Planta baja	N1-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.16	0.5	1.68	0.328	8.24
A303-Planta baja	N47-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.36	0.007	12.20
A304-Planta baja	N4-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.64	0.030	12.21
N2-Planta baja	N9-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.75	0.012	11.95
N2-Planta baja	N27-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	2.82	0.214	12.15
N4-Planta baja	N12-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.19	0.002	12.18
N27-Planta baja	N28-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.64	0.025	12.18
N28-Planta baja	N4-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.02	0.001	12.18
N32-Planta baja	N19-Planta baja	Retorno	16 mm	0.05	0.5	0.41	0.148	10.99
N19-Planta baja	N30-Planta baja	Retorno	16 mm	0.05	0.4	0.25	0.071	11.06
N29-Planta baja	N31-Planta baja	Retorno	16 mm	0.04	0.3	0.11	0.023	11.22
N30-Planta baja	N29-Planta baja	Retorno	16 mm	0.05	0.4	0.48	0.135	11.20
N31-Planta baja	N8-Planta baja	Retorno	16 mm	0.04	0.3	3.07	0.615	11.83
N35-Planta baja	N33-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.18	0.5	0.94	0.222	7.84
N33-Planta baja	N17-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.16	0.5	0.37	0.071	7.92
A305-Planta baja	N34-Planta baja	Retorno	16 mm	0.02	0.2	2.83	0.260	10.13
N34-Planta baja	N36-Planta baja	Retorno	20 mm	0.06	0.3	2.05	0.235	10.11
N36-Planta baja	N16-Planta baja	Retorno	20 mm	0.06	0.3	1.89	0.216	10.32
N12-Planta baja	N47-Planta baja	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.28	0.012	12.19
N18-Planta baja	N10-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.21	0.6	0.55	0.169	6.39
N39-Planta baja	N34-Planta baja	Retorno	20 mm	0.08	0.4	1.44	0.283	9.87
N39-Planta baja	N5-Planta 1	Retorno (*)	20 mm	0.06	0.3	3.60	0.426	10.02
N41-Planta baja	N39-Planta baja	Retorno (*)	25 mm	0.14	0.4	0.09	0.015	9.59
N41-Planta baja	N24-Planta 1	Retorno	16 mm	0.02	0.1	3.60	0.159	9.73
A50-Planta 1	N9-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.14	0.006	9.81
A51-Planta 1	N13-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.75	0.012	10.59
A52-Planta 1	N14-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.20	0.019	10.91
A53-Planta 1	N10-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.11	0.019	12.33
N11-Planta 1	N12-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.05	0.4	0.62	0.189	10.83
N12-Planta 1	N14-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.05	0.4	0.20	0.061	10.89
N13-Planta 1	N11-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.05	0.4	0.18	0.055	10.64
N14-Planta 1	N2-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.04	0.4	5.41	1.263	12.15
A54-Planta 1	N16-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	2.64	0.048	9.87
A56-Planta 1	N18-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	2.66	0.028	10.11
N17-Planta 1	N16-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	1.39	0.022	9.83
N18-Planta 1	N19-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.06	0.5	0.81	0.311	10.39
N19-Planta 1	N13-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.06	0.5	0.50	0.193	10.58
N5-Planta 1	N18-Planta 1	Retorno (*)	20 mm	0.06	0.3	0.52	0.062	10.08
N24-Planta 1	N9-Planta 1	Retorno	16 mm	0.02	0.1	1.49	0.066	9.80
N9-Planta 1	N17-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.26	0.004	9.80

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L (m)	ΔP <sub>1</sub> (kPa)	ΔP (kPa)
Inicio	Final	Tipo						
A65-Planta 1	N2-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	3.24	0.071	12.22
N25-Planta 1	N10-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.03	0.3	0.13	0.020	12.31
N2-Planta 1	N25-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.03	0.3	0.95	0.143	12.29
A24-Planta 1	N15-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.22	0.023	12.46
N1-Planta 1	N39-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.01	0.1	12.41	0.480	12.99
N15-Planta 1	N1-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.01	0.1	1.85	0.071	12.51
N10-Planta 1	N36-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.02	0.2	0.11	0.011	12.32
N36-Planta 1	N15-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.02	0.2	1.18	0.116	12.44
A25-Planta 1	N39-Planta 1	Retorno	16 mm	0.01	0.1	0.69	0.017	13.01
N39-Planta 1	N42-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.01	0.1	2.02	0.025	13.02
A27-Planta 1	N41-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.01	0.1	0.43	0.013	13.11
N42-Planta 1	N41-Planta 1	Retorno (*)	16 mm	0.01	0.1	6.82	0.085	13.10

(\*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas	
Φ <i>Diámetro nominal</i>	L <i>Longitud</i>
Q <i>Caudal</i>	ΔP <sub>1</sub> <i>Pérdida de presión</i>
V <i>Velocidad</i>	ΔP <i>Pérdida de presión acumulada</i>

### 3.4 EMISORES PARA CALEFACCION

Conjunto de recintos	Recintos	Plantas	Tipo de emisor	Tipo	Referencia	Pérdidas caloríficas (W)	Elementos		Longitud (mm)	Potencia (W)
							Número	Altura (mm)		
1	Aseo 1	Planta 1	Radiador	1	A50	600	6	1800	480	297
			Radiador	1	A54	600	7	1800	560	347
	Aseo 2	Planta 1	Radiador	1	A51	534	6	1800	480	297
			Radiador	1	A56	534	5	1800	400	248
	Despacho	Planta 1	Radiador	1	A52	1921	6	1800	480	297
			Radiador	1	A53	1921	6	1800	480	297
	Museo	Planta 1	Radiador	1	A24	32223	9	1800	720	446
			Radiador	1	A25	32223	6	1800	480	297
			Radiador	1	A27	32223	6	1800	480	297
	Pasillo	Planta 1	Radiador	1	A65	5158	8	1800	640	396
	Aseo discp	Planta baja	Radiador	1	A270	497	6	1800	480	297
			Radiador	1	A303	497	5	1800	400	248
	Aseo homb	Planta baja	Radiador	1	A268	543	7	1800	560	347
			Radiador	1	A279	543	7	1800	560	347
	Aseo mujer	Planta baja	Radiador	1	A269	662	7	1800	560	347
			Radiador	1	A304	662	7	1800	560	347
	Vestuario 1	Planta baja	Radiador	1	A197	630	5	1800	400	248
			Radiador	1	A276	630	4	1800	320	198
			Radiador	1	A294	630	4	1800	320	198
	Vestuario 2	Planta baja	Radiador	1	A266	1366	6	1800	480	297
			Radiador	1	A277	1366	6	1800	480	297
Radiador			1	A293	1366	16	1800	1280	793	
Vestuario 3	Planta baja	Radiador	1	A267	1513	6	1800	480	297	
		Radiador	1	A278	1513	6	1800	480	297	
		Radiador	1	A305	1513	19	1800	1520	941	

Tipos de radiadores	
Tipo	Descripción



Tipos de radiadores	
Tipo	Descripción
1	Radiador de aluminio inyectado, formado por elementos de 1800 mm de altura, con frontal plano, con una emisión calorífica de 234,5 kcal/h cada uno, según UNE-EN 442-1, para una diferencia media de temperatura de 50°C entre el radiador y el ambiente

## 4. GAS

Según la Instrucción técnica complementaria ITC-ICG 07 del Real Decreto 919/2006, cuando el local no supere una potencia útil de 70 kW no será preciso un proyecto.

A continuación se muestran los cálculos suministrados por el programa informático CYPE MEP:

PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN RECEPTORA DE GAS	
Zona climática	C
Coefficiente corrector en función de la zona climática	1.00
Tipo de gas suministrado	Gas natural
Poder calorífico superior	9460 kcal/m <sup>3</sup>
Poder calorífico inferior	8514 kcal/m <sup>3</sup>
Densidad relativa	0.60
Densidad corregida	0.60
Presión de salida en el conjunto de regulación	20.0 mbar
Presión mínima en llave de aparato	17.0 mbar
Velocidad máxima en un montante individual	20.0 m/s
Velocidad máxima en la instalación interior	20.0 m/s
Coefficiente de mayoración de la longitud en conducciones	1.2
Potencia total en la acometida	333.3 kW

Tabla 20 Parámetros de cálculo de la instalación de gas. Fuente CYPE MEP

INSTALACIÓN INTERIOR											
Tramo	L (m)	L eq. (m)	h (m)	Q (m <sup>3</sup> /h)	v (m/s)	P in. (mbar)	P f. (mbar)	P fc. (mbar)	DP (mbar)	DP acum. (mbar)	DN
Montante	1.33	1.59	-0.50	30.30	7.21	20.00	19.76	19.74	0.26	0.26	Cu 39/42
Grupo térmico a gas	3.11	3.73	0.66	29.50	7.02	19.74	19.21	19.25	0.49	0.75	Cu 39/42
Acumulador de agua a gas	2.29	2.75	1.30	0.80	0.72	19.74	19.72	19.79	-0.05	0.21	Cu 20/22
Abreviaturas utilizadas											
L	Longitud real					P f.	Presión de salida (final)				
L eq.	Longitud equivalente					P fc.	Presión de salida corregida (final)				
h	Longitud vertical acumulada					DP	Pérdida de presión				
Q	Caudal					DP acum.	Caída de presión acumulada				
v	Velocidad					DN	Diámetro nominal				
P in.	Presión de entrada (inicial)										

Tabla 21 Instalación interior

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 16 – GESTION DE RESIDUOS***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	NORMATIVA.....	1
2.1	NORMATIVA COMUNITARIA .....	2
2.2	NORMATIVA NACIONAL.....	2
2.3	NORMATIVA AUTONOMICA.....	3
3.	IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR.....	4
3.1	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCION DE LOS RESIDUOS .....	4
4.	IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR.....	7
5.	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS.....	8
5.1	MEDIDAS DE CARÁCTER GENERAL .....	8
6.	OPERACIONES DE REUTILIZACION, VALORIZACION Y ELIMINACION DE RESIDUOS .....	9
6.1	OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN.....	9
6.2	OPERACIONES DE VALORACIÓN O ELIMINACIÓN .....	9
7.	MEDIDAS CONTEMPLADAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS .....	10
8.	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.....	11
8.1	DEFINICIONES.....	11
8.2	ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DENTRO DE LA OBRA.....	11
8.3	MANEJO DE LOS RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION DENTRO DE LA OBRA	13
8.4	OTRAS OPERACIONES DE GESTION DE LOS RESIDUOS DE OCNTRUCCION Y DEMOLICION DENTRO DE LA OBRA .....	13

## 1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como objetivo realizar un estudio de Gestión de Residuos sobre los procesos de construcción que se muestren en la ejecución del Nuevo Centro deportivo para la Sociedad de remo Kaiku en Sestao.

Los residuos generados en una obra provienen principalmente de la demolición de las obras antiguas, sin embargo en este caso, la demolición del pabellón existente será independiente del presente proyecto; partiendo de una explanada dispuesta por la empresa encargada del derribo, la cual es necesario agrandar debido a las dimensiones del nuevo pabellón planteado.

El presente Estudio realiza una estimación de los residuos que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos (PGR) por parte del Constructor.

## 2. NORMATIVA

Principalmente se seguirá el RD 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición y la normativa de desarrollo posterior Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en el País Vasco, conforme a lo dispuesto en el Anexo I:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos y materiales de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por *Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero*, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra.
- La descripción de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Así mismo se presentara plano de su emplazamiento dentro de la obra, los criterios utilizados para justificar dicho emplazamiento y las condiciones que deben satisfacerse obligatoriamente en caso de que se pretenda modificar su emplazamiento durante el transcurso de la obra. Cualquier modificación tanto de dichas instalaciones como de su emplazamiento requerirá autorización expresa de la dirección facultativa de la obra.

- El pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formara parte del presupuesto del proyecto en Anejo independiente
- Un inventario de los residuos peligrosos que se generarán.
- En obras de demolición de edificios o instalaciones potencialmente contaminados deberá elaborarse un estudio adicional con el contenido que se establece en el anexo II a este Decreto.

Es preciso señalar que el Estudio de Gestión de Residuos que figura a continuación tiene carácter orientativo, puesto que en el momento de redacción del proyecto de construcción no se dispone de todos los datos necesarios respecto de los materiales y sistemas constructivos a utilizar en obra, muchos de los cuales serán definidos por el contratista que finalmente ejecute las obras.

## 2.1 NORMATIVA COMUNITARIA

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de noviembre de 2008 sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- Directiva 2006/12/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los residuos. MODIFICADA
- Directiva (UE) 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al vertido de residuos.
- Directiva (UE) 2018/852 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.

## 2.2 NORMATIVA NACIONAL

- REAL DECRETO 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Orden APM/1007/2017, de 10 de Octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas aquellas en las que se generaron.
- Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación

- REAL DECRETO 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados. Los artículos 3.4 y 5.5 han sido derogados por el Real Decreto 106/2008, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos.
- R.D. 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Orden 304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente (MAM), por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, y corrección de errores publicada en B.O.E. del 12/03/2002.
- Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan.
- Ley 22/2011, de 28 de Julio, de residuos y suelos contaminados.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de Marzo, por el que se establecen la disposición mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición 2001-2006.
- Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Toda aquella normativa de Prevención y Seguridad y Salud que resulte de aplicación debido a la fabricación, distribución o utilización de residuos peligrosos o sus derivados.
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.

### 2.3 NORMATIVA AUTONOMICA

- Decreto 112/2012, de 26 de Junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 4/2015, de 25 de junio, para la prevención y corrección de la contaminación del suelo.

- DECRETO 49/2009 por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos
- Decreto 259/1998, de 29 de septiembre, por el que se regula la gestión del aceite usado en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- DECRETO 76/2002, de 26 de marzo, por el que se regulan las condiciones para la gestión de los residuos sanitarios en la Comunidad Autónoma del País Vasco
- DECRETO 46/2001 de 13 de marzo, por el que se regula la gestión de los neumáticos fuera de uso en el ámbito de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- Ley 3/1998, de 27 de febrero, general de protección del medio ambiente del País Vasco. TÍTULO III. Ordenación de las actividades con incidencia en el medio ambiente. Capítulo IV. Residuos
- Orden de 15 de febrero de 1995, del Consejero de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente, sobre el contenido de los Proyectos técnicos y memorias descriptivas de instalaciones de vertederos de residuos inertes y/o inertizados, rellenos y acondicionamiento de terreno.

### 3. IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR

La metodología utilizada en este Anejo se basa en la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002 y su corrección de errores.

#### 3.1 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS

**RCDs de Nivel I.-** Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras.

Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación. Así mismo, se consideran de esta categoría los residuos procedentes del desbroce de arbustos y tala de árboles.

**RCDs de Nivel II.-** Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Son residuos no peligrosos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.



Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana.

Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

A continuación se muestra una lista de los residuos generados con su código LER correspondiente:

DESCRIPCIÓN SEGÚN CAPÍTULOS DEL ANEJO II DE LA ORDEN MAM/304/2002	CÓDIGO LER	
<b>A1: RCD Nivel I</b>		
<b>1. Tierras y pétreos de la excavación</b>		
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	17 05 04	x
Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	17 05 06	
<b>A2 : RCD Nivel II</b>		
RCD: Naturaleza no pétreo		
<b>1. Asfalto</b>		
Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	17 03 02	X
<b>2. Madera</b>		
Madera	17 02 01	X
<b>3. Metales (incluidas sus aleaciones)</b>		
Cobre, bronce, latón	17 04 01	X
Aluminio	17 04 02	
Plomo	17 04 03	
Zinc	17 04 04	
Hierro y acero	17 04 05	X
Estaño	17 04 06	
Metales mezclados	17 04 07	X
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	17 04 11	X
<b>4. Papel</b>		
Papel	20 01 01	X
<b>5. Plástico</b>		
Plástico	17 02 03	X
<b>6. Vidrio</b>		
Vidrio	17 02 02	X
<b>7. Yeso</b>		
Materiales de construcción a partir de yesos distintos de los 17 08 01	17 08 02	X
RCD: Naturaleza pétreo		
<b>1. Arena, grava y otros áridos</b>		

Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en 01 04 07	01 04 08	
Residuos de arena y arcilla	01 04 09	X
<b>2. Hormigón</b>		
Hormigón	17 01 01	X
<b>3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos</b>		
Ladrillos	17 01 02	X
Tejas y materiales cerámicos	17 01 03	X
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distinta del 17 01 06	17 01 07	X
<b>4. Piedra</b>		
RC mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04	

<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>		
<b>1. Basuras</b>		
Residuos biodegradables	20 02 01	X
Mezcla de residuos municipales	20 03 01	X
<b>2. Potencialmente peligrosos y otros</b>		
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP)	17 01 06	
Vidrio, plástico y madera con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	17 02 04	X
Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	17 03 01	X
Alquitrán de hulla y productos alquitranados	17 03 03	
Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	17 04 09	
Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otros SP	17 04 10	
Materiales de aislamiento que contienen amianto	17 06 01	
Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	17 06 04	
Materiales de construcción que contienen amianto	17 06 05	
Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con SP	17 08 01	
Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	17 09 01	
Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	17 09 02	
Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	17 09 03	X
Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	17 06 04	
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03	
Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	17 05 05	
Absorbentes contaminados (trapos...)	15 02 02	X
Aceites usados (minerales no clorados de motor...)	13 02 05	X
Filtro de aceite	16 01 07	X
Tubos fluorescentes	20 01 07	
Pilas alcalinas y salinas	16 06 04	X
Pilas botón	16 06 03	X
Envases vacíos de metal contaminados	15 01 10	
Envases vacíos de plástico contaminados	15 01 10	
Sobrantes de pintura	08 01 11	X
Sobrantes de disolventes no halogenados	14 06 03	
Aerosoles vacíos	15 01 11	X
Baterías de plomo	16 06 01	

Hidrocarburos con agua	13 07 03	X
Rc mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04	

## 4. IDENTIFICACION DE LOS RESIDUOS QUE SE VAN A GENERAR

Este apartado se basa en una estimación de la cantidad de residuos y materiales de construcción y demolición que se generaran en la obra, expresados en (Tn) y metros cúbicos (m<sup>3</sup>), codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista Europea de residuos o norma que la sustituya.

Siguiendo lo expresado en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, no se consideran residuos y por tanto no se incluyen en la tabla las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

La estimación de cantidades se realiza tomando como referencia las ratios estándar publicados en el Decreto 112/2012 según la aplicación informática RCD EEH-AURREZ de IHOBE.

La utilización de ratios en el cálculo de residuos permite la realización de una "estimación inicial" que es lo que la normativa requiere en este documento, sin embargo los ratios establecidos para "proyectos tipo" no permiten una definición exhaustiva y precisa de los residuos finalmente obtenidos para cada proyecto con sus singularidades por lo que la estimación contemplada en la tabla inferior se acepta como estimación inicial y para la toma de decisiones en la gestión de residuos pero será el fin de obra el que determine en última instancia los residuos obtenidos.

LER	MATERIAL	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO (tn)
17 01 01	Hormigón	17,30	28,84
17 01 03	Cerámicos	41	41
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso	4,69	2,73
17 02 01	Madera	35,70	12,98
17 02 02	Vidrio	0,23	0,34
17 02 03	Plásticos	12,77	10,59
17 03 02	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla < 10%	2,37	2,05
17 04 07	Metales mezclados	10,93	10,93
17 05 04	Tierras y roca no contaminadas	5,05	6,97
03 03 08	Papel – Cartón	20,50	12,30
20 03 01	Basuras generadas por los operarios y basuras abandonadas	7,97	4,78

	en edificios a demoler		
17 09 03	Otros residuos peligrosos	9,43	3,14
	<b>TOTAL</b>	<b>167,94</b>	<b>136,66</b>

## 5. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

A continuación se describen las medidas que deberán tomarse en la obra con el fin de prevenir la generación de residuos. Dichas medidas deberán interpretarse por el poseedor de los residuos como una serie de directrices a cumplir a la hora de elaborar el Plan de Gestión de Residuos, que se estime conveniente en la Obra.

Bajo el concepto de prevención de residuos, se incluyen todas aquellas medidas que consigan reducir la cantidad de residuos de construcción y demolición (RCD) que sin su aplicación se producirían, o bien que consigan reducir la cantidad de sustancias peligrosas contenidas en los RCD que se generen, disminuyendo el carácter de peligrosidad de los mismos, mejorando de esta forma su posterior gestión tanto desde el punto de vista medioambiental como económico.

También se incluyen dentro del concepto de prevención todas aquellas medidas que mejoren la reciclabilidad de los productos, que con el tiempo se convertirán en residuos, en particular disminuyendo su contenido en sustancias peligrosas. Todas las medidas, deben apuntar a la reducción en origen de la generación de RCD.

### 5.1 MEDIDAS DE CARÁCTER GENERAL

Como medida general, se deberá minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilizan, así como los residuos que se originan en la obra.

Se deberá estimar la cantidad de materiales que se necesitan para la ejecución de la obra, evitando un exceso de materias primas que, además de encarecer la obra, es origen de un mayor volumen de residuos sobrantes durante la ejecución.

También será necesario calcular el acopio de los materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.

Para prevenir la generación de residuos se deberá tener en cuenta la instalación de un punto de almacenaje de productos sobrantes reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos sino que se proceda a su aprovechamiento posterior por parte del Constructor.

## 6. OPERACIONES DE REUTILIZACION, VALORIZACION Y ELIMINACION DE RESIDUOS

### 6.1 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN

- Reutilización de tierras procedentes de la excavación..
- Reutilización de residuos minerales o pétreos en áridos reciclados o en urbanización.
- Reutilización de materiales cerámicos.
- Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio, etc.
- Reutilización de materiales metálicos.
- Procurar retornar los palets al suministrador.
- Reutilizar las lonas y otros materiales de protección, andamios, etc.

Como reutilización, se entiende el uso de materiales de demolición en buen estado que se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos. En consecuencia, todo lo que no se ajuste a esta definición pasará a ser considerado como operaciones de valorización, reciclado y/o eliminación, con lo que será necesario disponer de la autorización de gestor correspondiente.

### 6.2 OPERACIONES DE VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN

Se deberá fomentar la clasificación de los residuos que se producen, de manera que sea más fácil su valorización y gestión por el gestor de residuos.

La recogida selectiva de los residuos debe ir encaminada tanto a facilitar la valorización de los residuos, como a mejorar su gestión en el relleno autorizado. Así, los residuos, una vez clasificados pueden enviarse a gestores especializados en el reciclaje o deposición de cada uno de ellos, evitándose así transportes innecesarios motivados debido a la alta heterogeneidad de los residuos o por contener materiales no admitidos por el relleno autorizado o la central recicladora.

Con el fin de realizar una gestión eficaz de los residuos se deberán conocer las mejores posibilidades para su gestión. Se tratará, por tanto, de analizar las condiciones técnicas necesarias y, antes de empezar los trabajos, se definirá un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.

Se deberá planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.

Se deberá identificar, en cada una de las fases de la obra, las cantidades y características de los residuos que se originarán en el proceso de ejecución, con el fin de hacer una previsión de los métodos adecuados para su minimización o reutilización y de las mejores alternativas para su deposición.

Se deberá disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos, que se deberá presentar a la dirección de la obra previa al inicio de la obra dentro del PGR.

- Recuperación o regeneración de disolventes.
- Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no utilizan disolventes.
- Reciclado y recuperación de metales o compuestos metálicos.
- Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
- Regeneración de ácidos y bases.
- Tratamiento de suelos, para una mejora ecológica de los mismos.
- Acumulación de residuos para su tratamiento.
- Potenciar el reciclado de los sacos de papel y de plástico evitando que entren en contacto con otros materiales, clasificándolos convenientemente y consultando a los proveedores si ofrecen algún tipo de gestión específica.

## 7. MEDIDAS CONTEMPLADAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS

Siguiendo las disposiciones del RD 112/2012 de 26 de Junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, “Los residuos de construcción y demolición procedentes de obra mayor deberán separarse en las siguientes fracciones cuando de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades, de acuerdo con la codificación de la lista europea de residuos”:

- Hormigón (LER 17 01 01): 10 tn
- Ladrillos (LER 17 01 02),tejas y materiales cerámicos (LER 170103):10 tn
- Metal (LER 17 04, seleccionando los dos últimos dígitos en función del metal de que se trate): en todos los casos
- Madera (LER 15 02 01): en todos los casos.
- Vidrio (LER 17 02 02):0,25 t
- Plástico (LER 17 02 03): en todos los casos
- Papel y Cartón (LER 20 01 01): 0,25 t
- Yeso de falsos techos, molduras y paneles (LER 17 08 02): en todos los casos.

A tal efecto se deberán disponer de cuantos contenedores se estimen convenientes para llevar a cabo los niveles de separación contemplados en el apartado anterior.

Los residuos peligrosos se deberán almacenar atendiendo a la etiqueta que lo acompaña y evitando la mezcla de envases incompatibles entre sí. Además, deberá existir una zona específica para el almacenamiento de estos residuos.

## 8. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

### 8.1 DEFINICIONES

- **Residuo de construcción y demolición:** cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar, cumpliendo la definición de “Residuo” incluida en el artículo 3a), de la Ley 22/2011 del 28 de julio, de Residuos y suelos contaminados.
- **Residuo inerte:** aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

### 8.2 ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION DENTRO DE LA OBRA

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

El depósito temporal para RCD valorizables (maderas, plásticos, chatarra, etc.) que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales de volumen inferior a 1 m<sup>3</sup> o bien en contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 cm. a lo largo de todo su perímetro. En los mismos debe figurar la siguiente información del titular: razón social, CIF, teléfono del titular del contenedor o envase y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.

permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio y deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores de la obra conozcan dónde deben depositar los residuos.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.










Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.

Los contenedores se distinguirán mediante carteles o señalización con los colores y símbolos indicados a continuación: ejemplo de señalización y símbolos en el punto limpio:

Verde	Azul	Amarillo	Marrón	Negro	Blanco	Rojo	Morado	Gris
Vidrio	Papel y cartón	Envases y plásticos	Madera	Neumáticos	Residuos orgánicos	Residuos peligrosos: aceites, filtros de aceite, tóner, absorbentes	Pilas alcalinas y de botón	Inertes

SEÑALÉTICA INTERIOR Y EXTERIOR

MADERA	PLÁSTICOS	VIDRIO	PAPEL Y CARTÓN	ORGÁNICO	CAUCHO	ACEITES	METALES	BATERIAS
								

Como mínimo, se establecerá un punto limpio en las instalaciones generales de obra con los siguientes contenedores:

Contenedor estanco para recipientes de vidrio
Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón
Contenedor estanco para envases y recipientes de plástico
Contenedor abierto para maderas
Contenedor abierto para residuos orgánicos
Depósitos estancos especiales para residuos peligrosos
Contenedor estanco sobre terreno adecuado para inertes

Hay que tener en cuenta que los residuos peligrosos deben estar en contenedores separados de los no peligrosos. Además, se deben depositar en recipientes estancos, sobre superficies impermeables y con capacidad de recogida en caso de derrame.

El suelo debe de estar aislado de posibles derrames que puedan ser causados por escape de líquidos o perdidas.

Los residuos peligrosos estarán aislados de las posibles precipitaciones.



### 8.3 MANEJO DE LOS RESIDUOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION DENTRO DE LA OBRA

Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Anexo II. Lista de Residuos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, el Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto, así como la legislación laboral de aplicación.

Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos “escombros”.

Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.

### 8.4 OTRAS OPERACIONES DE GESTION DE LOS RESIDUOS DE OCNTRUCCION Y DEMOLICION DENTRO DE LA OBRA

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptada por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

El poseedor de los residuos, deberá sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor (Promotor), los certificados y demás documentación acreditativa.

Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad los certificados de los contenedores empleados así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Al contratar la gestión de los RCD, hay que asegurarse que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora, planta de reciclaje de plásticos, madera, etc.) tiene la autorización del Gobierno Vasco y la inscripción en el correspondiente. Asimismo se realizará un estricto control documental: los transportistas y gestores de RCD deberán aportar justificantes impresos de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCD (tierras, pétreos, etc.) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental de que ha llevado a cabo en base a lo indicado en la Orden AMP/1007/2017.

La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se generen en obra será conforme a la legislación nacional vigente y a los requisitos de las ordenanzas locales.

Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de obra.

Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.

Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.

Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.

Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de optar por usar materiales procedentes de otros solares.

El personal de la obra es responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

GRADO EN INGENIERIA CIVIL

# TRABAJO FIN DE GRADO

## ***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING (SESTAO)***

***ANEJO 17 – CONTROL DE CALIDAD***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

Nuevo centro deportivo para la Sociedad de remo KAIKU y acondicionamiento  
del parking en Sestao



BILBOKO  
INGENIARITZA  
ESKOLA  
ESCUELA  
DE INGENIERÍA  
DE BILBAO

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	PROCESO CONTRUCTIVO.....	1
2.1	NORMATIVA APLICABLE.....	1
3.	SISTEMAS DE GARANTÍA DE CALIDAD.....	2
3.1	CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES.....	2
3.2	CONTROL DE CALIDAD DE LA EJECUCION.....	2
3.3	NIVEL DE CONTROL DE CALIDAD.....	2
3.4	INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD POR PARTE DE LA DIRECCIÓN DE OBRA.....	2
4.	ENSAYOS Y CONTROLES A REALIZAR.....	3
4.1	CONTROL DE REPLANTEO DE LAS OBRAS.....	3
4.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	3
4.2.1	Excavaciones.....	3
4.3	RELLENO CONTROLADO.....	4
4.4	HORMIGÓN.....	5
4.4.1	Agua.....	5
4.4.2	Áridos.....	6
4.4.3	Cementos.....	7
4.4.4	Aditivos.....	8
4.4.5	Hormigón.....	8
4.4.6	Encofrados.....	10
4.5	ACERO.....	11
4.5.1	Acero para armar.....	11
4.6	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	12
4.6.1	Firmes asfálticos.....	12
4.7	INSTALACIONES.....	13
4.7.1	Instalación de abastecimiento.....	13
4.7.2	Instalación de pluviales y saneamiento.....	14
4.7.3	Instalación de protección contra incendios y emergencias.....	14
4.7.4	Instalación de ventilación y detección de CO <sub>2</sub> .....	14
4.7.5	Energía eléctrica, vigilancia y comunicaciones.....	14
4.8	PINTURAS Y REVESTIMIENTOS.....	14
4.8.1	Preparación de las superficies.....	15
4.8.2	Previa a la aplicación de la pintura.....	15
4.8.3	Tras la aplicación de las capas de pintura.....	15
4.8.4	Inspección final.....	15

4.9	SEÑALIZACIÓN .....	15
4.10	ENSAYOS IMPREVISTOS .....	15
5.	CONDICIONES PARA LA RALIZACION DE ENSAYOS .....	16
5.1	SUMINISTRO, IDENTIFICACIÓN Y RECEPCIÓN .....	16
5.2	TOMA DE MUESTRAS.....	16
5.3	CASO DE MATERIALES CON CERTIFICADO DE CALIDAD.....	17
5.4	IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	17
5.5	REALIZACIÓN DE ENSAYOS.....	17
5.6	CONTRAENSAYOS .....	17
5.7	DECISIONES DERIVADAS DEL PROCESO DE CONTROL.....	18
6.	ACTAS DE RESULTADOS E INFORMES MENSUALES Y FINAL.....	18
6.1	ACTAS DE RESULTADOS .....	18
6.2	INFORMES MENSUALES .....	18
6.3	INFORME FINAL.....	19
	APENDICE 17.1 PRESUPUESTO .....	20

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Limites de sustancias en el agua para hormigonado .....	5
Tabla 2	Ensayos para sustancias en la gua del hormigonado.....	5
Tabla 3	Listado de ensayos para cada tipo de arido .....	12

## 1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene por objeto establecer el contenido al que debe ceñirse el Plan de Control de Calidad de la obra proyectada siguiendo lo expuesto en el RD 314/2006 por el que se aprueba el CTE.

Se diferencian tres actuaciones del control de calidad en la obra:

- Calidad de materias primas.
- Control de materiales y equipos
- Control de la ejecución
- Control de la obra terminada.

El presente plan de control de calidad establecerá los ensayos a realizar con objeto de garantizar una correcta ejecución de las obras así como terminación de las mismas.

Los ensayos originarán emisión de las correspondientes actas de resultados por un laboratorio autorizado. Dichos resultados se remitirán tanto a la empresa constructora como a la Dirección Facultativa

## 2. PROCESO CONTRUCTIVO

Las obras a realizar para la ejecución del presente proyecto han sido detalladas en el *Anejo 18: Plan de Obra*, donde se puede observar además la duración de cada uno de ellas y son:

- Desbroce y nivelación
- Replanteo
- Movimiento de tierras
- Relleno mejorado
- Cimentaciones
- Canalizaciones de agua
- Vallado
- Estructura metálica
- Solera
- Cerramiento
- Particiones interiores
- Instalaciones
- Pavimento y acabados
- Fresado
- Nuevo firme
- Marcas viales

### 2.1 NORMATIVA APLICABLE

De acuerdo con el proyecto de ejecución, la normativa aplicable es la siguiente:

- Código Técnico de la Edificación (CTE):
  - o Salubridad (HS)
  - o Seguridad contra incendios (SI)
  - o Seguridad estructural (SE)

- Instrucción de hormigón estructural (EHE- 08)
- Instrucción para la recepción de Cementos (RC-16)
- Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)
- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT)
- Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco
- PG – 3

### 3. SISTEMAS DE GARANTÍA DE CALIDAD

#### 3.1 CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales a utilizar en la obra deberán estar homologados por Organismos autorizados y deberán cumplir todas las características especificadas para ellos en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

El Control de los diferentes materiales se realizará en general comprobando la existencia de un Sello de Calidad y comprobando que éstos cumplen las exigencias determinadas en los Pliegos de Condiciones.

#### 3.2 CONTROL DE CALIDAD DE LA EJECUCION

En general se realizará el control de la ejecución de los trabajos basándose en el cumplimiento de lo especificado expresamente en los Pliegos de Condiciones correspondientes y a las normas de la buena construcción.

#### 3.3 NIVEL DE CONTROL DE CALIDAD

Se entiende que el número fijado de ensayos es el mínimo y que en el caso de indicarse varios criterios para determinar su frecuencia, se tomará aquél que exija una frecuencia mayor.

El Director de Obra podrá modificar la frecuencia y tipo de dichos ensayos con objeto de conseguir el adecuado control de calidad de los trabajos, o recabar del Contratista la realización de controles de calidad no previstos en el proyecto.

#### 3.4 INSPECCION Y CONTROL DE CALIDAD POR PARTE DE LA DIRECCIÓN DE OBRA

La Dirección de Obra, por su cuenta, podrá mantener un equipo de inspección de Control de Calidad de las obras y realizar ensayos de homologación y contradictorios.

La Dirección de Obra, para la realización de dichas tareas, con programas y procedimientos propios, tendrá acceso en cualquier momento a todos los tajos de la obra, fuentes de suministro, fábricas y proceso de producción, laboratorios y archivos de Control de Calidad del Contratista o Subcontratista del mismo.

El Contratista suministrará, a su costa, todos los materiales que hayan de ser ensayados, y dará facilidades necesarias para ello.



El coste de la ejecución de estos ensayos contradictorios será por cuenta de la Propiedad si como consecuencia de los mismos el suministro, material o unidad de obra cumplir las exigencias de calidad.

## 4. ENSAYOS Y CONTROLES A REALIZAR

Los ensayos a realizar en las diferentes partidas de obra son:

- Control de Replanteo de las obras
- Movimiento de tierras
- Rellenos controlados
- Hormigones
- Acero
- Firmes y pavimentos
- Control de instalaciones
- Pinturas y revestimientos
- Señalización
- Ensayos imprevistos

### 4.1 CONTROL DE REPLANTEO DE LAS OBRAS

El control de replanteo de las obras se realizará antes de la firma del Acta de Replanteo. Durante dicho control se deberán comprobar como mínimo los siguientes puntos de carácter general:

- Disponibilidad de los terrenos de la zona, prestando especial interés a límites y franjas exteriores de terrenos afectados
- Comprobación de las conexiones con la vialidad existente (posibles cambios de rasante en la conexión).
- Comprobación en planta de las dimensiones.
- Comprobación de las rasantes.
- Comprobación de la posible existencia de servicios afectados que puedan comprometer la ejecución de las obras y que no se hayan tenido en cuenta en la realización del proyecto.
- Comprobación de los puntos de desagüe del sistema de drenaje.
- Compatibilidad con los sistemas generales.
- Señalización de elementos existentes a conservar.

### 4.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

#### 4.2.1 Excavaciones

Para la excavación, se llevará a cabo el control geométrico de la excavación, cuidando que quede saneado el fondo de la misma.

Se tomarán muestras representativas, de acuerdo con el criterio del Director de las Obras.

Se deberá llevar a cabo por cada 5.000 m<sup>3</sup> de material:

- 1 Próctor normal.
- 1 Determinación granulométrica.
- 1 Determinación de límites de Atterberg.

Se deberá llevar a cabo por cada 20.000 m<sup>3</sup> de material:

- 1 CBR de laboratorio.
- 1 Determinación de materia orgánica.

En el propio tajo o lugar de empleo, se deberán de examinar los montones procedentes de la descarga de camiones, desechando de entrada aquellos que a simple vista presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o bolos de mayor tamaño que el admitido como máximo y señalando aquellos otros que presenten alguna anomalía en cuanto al aspecto que debe tener el material que llega a obra de las procedencias aprobadas, tales como distinta coloración, exceso de plasticidad, etc.

Tomar muestras de los montones señalados como sospechosos para repetir los ensayos efectuados en el lugar de procedencia. Los resultados de los ensayos de los materiales en su lugar de procedencia o de empleo (en caso de que sea necesario repetirlos), serán siempre valores que cumplirán las limitaciones establecidas en los Pliegos de Prescripciones Técnicas del Proyecto.

### 4.3 RELLENO CONTROLADO

La extensión de un relleno controlado sobre la excavación previamente realizada se debe a una mejora del terreno subyacente sobre el que no sea posible apoyar la cimentación, en el caso del presente proyecto es debido a la existencia de rellenos antrópicos.

Puesto que no hay forma de conocer a priori la calidad ni la correcta puesta en obra del material de relleno, es necesario recomendar el cumplimiento de al menos los siguientes aspectos:

- El material empleado será granular, con un contenido de arcilla no excesivo y totalmente exento de elementos degradables o agresivos, tales como sales, materia orgánica o yesos, entre otros; puede ser conveniente precisar en este sentido, haciendo referencia a los materiales seleccionados definidos en el PG-3 de carreteras;
- Será necesario obtener en laboratorio el Proctor Modificado de referencia del material a utilizar.
- La puesta en obra del relleno será en tongadas de 30 cm de espesor, compactadas al 100% del Proctor de referencia;
- Deberá comprobarse la compactación real obtenida en cada capa mediante el control de densidades y humedades de puesta en obra.

Tras la construcción del relleno, es recomendable efectuar comprobaciones de compacidad mediante ensayos de penetración, al menos en las zonas de apoyo de los elementos de cimentación.

Generalmente, puede asumirse una tensión admisible de 2,00 kg/cm<sup>2</sup>, sin que deban esperarse asientos superiores a 25 mm, si se cumplen las condiciones de calidad detalladas.

#### 4.4 HORMIGÓN

Previo al suministro de hormigón a la obra se realizarán los siguientes ensayos, a fin de garantizar que los materiales empleados en la fabricación del hormigón, cumplen la Instrucción EHE-08.

##### 4.4.1 Agua

Si su procedencia corresponde a la red de agua potable se considera válida, sin necesidad de ningún tipo de control.

Se exigirá a la central de hormigonado que indique la procedencia del agua empleada en la elaboración del hormigón suministrado.

En caso de procedencia desconocida las aguas empleadas deberán satisfacer los límites siguientes:

Contenido de sustancias disueltas	< 15.000 mg/l
Contenido de iones cloro (Cloruro)	< 3.000 mg/l
Contenido de sulfatos (SO <sub>4</sub> )	< 1.000 mg/l
Contenido de sustancias orgánicas solubles en éter (aceites y grasas)	<15.000 mg/l
Hidratos de carbono	NO
Exponente de hidrogeno (pH)	5 < pH < 8

Tabla 1 Límites de sustancias en el agua para hormigonado

Cuando no se posean antecedentes de su utilización y/o en caso de duda, se realizarán los ensayos de idoneidad contemplados en la EHE, comprendiendo:

Contenido de sulfatos	S/UNE/7131
Contenido de cloruros	S/UNE/7178
Sustancias disueltas	S/UNE/7130
Aceites y grasas	S/UNE/7235
Hidratos de carbono	S/UNE/7132
Determinación del pH	S/UNE/7234

Tabla 2 Ensayos para sustancias en la gua del hormigonado

La toma de muestras destinada al análisis químico se realizará según UNE 7.236.

Los criterios de aceptación y rechazo están reflejados en la EHE – 08.

Cuando los resultados obtenidos en los ensayos previos estén peligrosamente próximos a los límites prescritos y siempre que la Dirección de Obra lo estime oportuno, se repetirán los análisis.

#### 4.4.2 Áridos

Tipo: Áridos calizos procedentes de roca de machaqueo.

El tamaño máximo de los áridos será de 25/40mm en las cimentaciones, y de 12mm en la capa de compresión de los forjados.

Se pondrá especial cuidado en mantener las mismas características en los áridos suministrados, vigilando las variaciones del frente de cantera y los cambios de humedad, para evitar dispersiones en la resistencia del hormigón.

Los áridos a utilizar deberán ajustarse en todo momento a lo dictado por el artículo 28º de la EHE - 08.

Se exigirá a la central de hormigón preparado certificado de ensayos de cada tipo y tamaño de árido, tanto al inicio de la obra como con la periodicidad que la Dirección Facultativa considere oportuno.

En el caso de hormigones sin distintivo reconocido o CC-EHE, o para hormigones procedentes de centrales sin Sello o Marca de Calidad, antes de comenzar la obra, si varían las condiciones de suministro o se van a emplear para otras aplicaciones distintas a las ya sancionadas por la práctica y siempre que lo indique el Director de Obra, se realizarán los ensayos de identificación mencionados en 28.1. y los correspondientes a las condiciones físico-químicas, físico-mecánicas y granulométricas, especificados en 28.3.1, 28.3.2 y 28.3.3 de la EHE - 08.

El Contratista facilitará a la Dirección de Obra el acceso al lugar de fabricación y procedencia de los áridos para realizar las comprobaciones oportunas. Los criterios de aceptación o rechazo están señalados en la EHE - 08 Art. 81.3.3. Los ensayos justificativos de todas las condiciones especificadas se realizarán:

- Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos.
- Al variar las condiciones de suministro.

Por otra parte, y con la periodicidad mínima siguiente, se realizarán los siguientes ensayos.

Por cada quinientos metros cúbicos o fracción o una vez cada quince (15) días:

- Un ensayo granulométrico.
- Un ensayo de contenido de material que pasa por el tamiz 0,080 UNE.

Una vez cada dos meses:

- Un ensayo de contenido de materia orgánica.

Una vez cada seis meses:

- Un ensayo de contenido de partículas blandas únicamente en el árido grueso.
- Un ensayo de contenido de terrones de arcilla
- Un ensayo de contenido de materiales <0,063 y P.e. <2.
- Un ensayo de compuestos de azufre
- Un ensayo de resistencia al ataque de los sulfatos
- Un ensayo de reactividad de los álcalis

- Un ensayo de determinación de la forma de las partículas únicamente para el árido grueso.
- Un ensayo de resistencia al desgaste Los Ángeles
- Un ensayo de estabilidad de las escorias siderúrgicas cuando éstas se emplean como árido fino.

#### 4.4.3 Cementos

El cemento a utilizar en la ejecución de las obras será de tipi CEM/IIA.

La central de hormigón comprobará que el cemento que vaya a utilizar en la elaboración del hormigón que llegue a obra llega acompañado del “Documento de Identificación” (albarán y hoja de características). En el caso de que no disponga del mismo, deberán realizarse los ensayos de recepción y control establecidos en la EHE - 08. La toma de muestras se efectuará según UNE 80.401.

El Contratista deberá facilitar a la Dirección Facultativa una copia del Documento de Identificación del cemento utilizado en la central de hormigón para la fabricación del hormigón suministrado en obra.

Tanto los ensayos Previos como los Característicos son preceptivos salvo experiencia previa de la central de hormigonado, avalada por documentos que lo justifiquen y que deberán ser presentados a la Dirección Facultativa.

En el caso de hormigones sin distintivo reconocido o CC-EHE, o para hormigones procedentes de centrales sin Sello o Marca de Calidad, antes de comenzar la obra, el Contratista informará a la Dirección de Obra el fabricante que suministrará el cemento y el nombre comercial de éste, adjuntando la garantía del fabricante de que el producto cumple las condiciones requeridas de acuerdo con el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos. No se variará durante la ejecución de la obra, el suministrador, ni el tipo de cemento sin autorización de la Dirección de Obra.

La dosificación a utilizar en la obra quedará determinada en los Ensayos Previos y en las condiciones dictadas por el artículo 86º de la Norma EHE - 08.

Si fuera necesario variar las características de algún componente del hormigón, en algún momento de la obra, sería condición indispensable la nueva ejecución de Ensayos Previos.

Se comprobará a la recepción del producto que llega acompañado del “Documento de Identificación” (Albarán y hoja de características).

Se realizarán los ensayos de recepción y control según EHE - 08, en el caso de que el material no posea dicho documento. La toma de muestras se efectuará según UNE 80.401.

Se llevaran a cabo los siguientes ensayos:

- Mensualmente se enviarán a la Dirección facultativa los documentos de identificación del cemento, de acuerdo con el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos.

- Cada quinientas (500) toneladas o cantidad mayor si la Dirección de Obra la estimará oportuno, los siguientes ensayos:
  - Un ensayo de finura de molido.
  - Un ensayo de peso específico real.
  - Una determinación de principio y fin de fraguado.
  - Un ensayo de expansión
  - Un ensayo de resistencia mecánica de los cementos.

Un ensayo del índice de puzonalidad en caso de utilizar cementos puzolánicos.

#### 4.4.4 Aditivos

Antes de emplear cualquier aditivo se comprobará su comportamiento mediante ensayos de laboratorio, utilizando la misma marca y tipo de conglomerante, y los áridos procedentes de la misma cantera o yacimiento natural que hayan de utilizarse en la ejecución de los hormigones de obra. Se harán series idénticas con y sin aditivo.

Estos resultados serán entregados a la Dirección de Obra para su aceptación.

#### 4.4.5 Hormigón

En todos los elementos estructurales se empleará un hormigón con características mínimas de HA-25/B/20/IIa

Como ya se ha indicado la consistencia será Plástica o Blanda para compactar con vibradores de aguja con frecuencia inferior a 6.000 ciclos / minuto, excepto en el caso de que el hormigón deba ser bombeado admitiéndose entonces una consistencia Blanda o fluida que se conseguirá mediante superfluidificantes.

El hormigón será en todos los casos suministrado por una central de hormigón en posesión de Sello o Marca de Calidad, que estará homologada e inscrita en el Registro Industrial, según Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria y el real Decreto 697/1995, de 28 de abril, estando dicha inscripción a disposición de la Dirección Facultativa (en el eventual caso de que ésta considerará oportuno consultarla).

Dicha central deberá cumplir todos los requisitos de la Normativa vigente y Organismos correspondientes.

El Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa los documentos que justifiquen y avalen la posesión del Sello o Marca de Calidad.

El Contratista comprobará que cada amasada de hormigón suministrada esté acompañada por una hoja de suministro debidamente cumplimentada según el apartado 69.2.9.1 de la EHE – 08 y firmada por una persona física. El Contratista archivará dichas hojas de suministro (estando siempre a disposición de la Dirección Facultativa) hasta la entrega de la documentación final de control.

En el caso de que el suministro por una central de hormigón en posesión de Sello o Marca de Calidad fuera imposible, serán preceptivos tanto los ensayos Previos como La fabricación del hormigón, así como el transporte, deberá ajustarse al artículo 69º de la EHE - 08.

Con el fin de asegurar el suministro de hormigón a la obra, la planta dispondrá de materiales acopiados en cantidad suficiente como para producir hormigón al máximo de producción durante 10 horas. La planta dispondrá para su manejo, personal especializado en este trabajo y mantendrá las mismas personas con el fin de asegurar un hormigón homogéneo. La planta dispondrá de los medios necesarios para determinar la cantidad de agua en los áridos y poder corregir la cantidad de agua de amasado. El transporte al punto de vertido se realizará con cubas giratorias de aspas fijas.

Caso de que en un momento determinado se vea la necesidad o conveniencia del empleo de un cierto tipo de aditivo, éste necesitará la aprobación de la Dirección de Obra, para lo cual el Contratista propondrá el suministrador y el tipo de producto, adjuntando la especificación técnica del mismo. También se realizarán ensayos previos para poder apreciar lo que afecta a la resistencia del hormigón.

El Contratista entregará para su aprobación a la Dirección Facultativa, el tipo y marca de los morteros especiales y adhesivos, en el caso de que fuera necesaria su utilización, así como las características técnicas de los mismos. Entregará asimismo resultados de ensayos de composición y análisis de aditivos.

Los ensayos de control del hormigón se realizarán de acuerdo con las prescripciones correspondientes a un control estadístico, dividiendo la obra en lotes según cuadro 88.4.a de la EHE - 08.

Por cada lote se realizarán dos amasadas de seis probetas cada una, para romper dos probetas a 7 días y tres probetas a 28 días, dejando una de reserva.

La Dirección Facultativa podrá variar el número de amasadas por cada lote, el número de probetas por amasada, así como el número de días tras los cuáles se deben romper dichas probetas.

La toma de muestras, conservación y rotura se hará de acuerdo a lo dictaminado por las normas UNE 83.300, 83.301 y 83.304.

La puesta en obra del hormigón se hará siguiendo las indicaciones del artículo 70º de la EHE-08.

Queda totalmente prohibida la adición de agua en obra, en las cubas de transporte, al hormigón elaborado procedente de la planta de hormigonado. Se tendrá especial cuidado para el vertido continuo y si es necesario se colocarán conducciones adecuadas de forma que en ningún caso se produzca la disgregación de la mezcla.

En general se garantizará para las armaduras un recubrimiento mínimo de 5cm en hormigones en contacto con el terreno y de 3,5cm en el resto de los casos.

La compactación del hormigón se realizará por vibrado, utilizando personal cualificado y evitando en lo posible el contacto del vibrador con las armaduras.

Siempre que se haga una junta de hormigonado por debajo del nivel freático se dispondrá una junta estanca y adhesivo de hormigón viejo-nuevo. Previamente a la aplicación del adhesivo se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto, se picará y retirará la capa superficial de mortero dejando los áridos al descubierto. En cualquier caso, se tendrá en cuenta la EHE - 08. Para el curado del hormigón se procederá de acuerdo con lo indicado en el artículo 74º de la EHE. Como norma general, el plazo de desencofrado de cualquier elemento estructural no será inferior a 72 horas (excepto en el caso de los forjados), salvo que la Dirección Facultativa autorice un plazo menor o exija uno mayor.

### **Ensayos Previos**

Por cada tipo de hormigón se realizarán los ensayos previos indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, consistentes en la fabricación de, al menos, cuatro series de amasadas, tomando tres probetas de cada serie. En el caso en el que el Constructor pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones requeridas por la Dirección Facultativa y, en particular, la resistencia exigida, se podrá prescindir de los citados ensayos previos.

### **Ensayos Característicos**

Para cada uno de los tipos de hormigón utilizado en las obras se realizarán, seis semanas antes del comienzo del hormigonado, los ensayos característicos especificados por la Instrucción EHE, artículo 87º, consistente en realizar tres probetas de seis masas diferentes, fabricadas y conservadas conforme a lo indicado en las Normas UNE-83.301, 83.303 y 83.304.

### **Ensayos de Control de resistencia del Hormigón**

Se realizará según el artículo 84, “Control de la resistencia del Hormigón”, de la Instrucción de Hormigón Estructural.

Cada toma de resistencia constará de seis probetas para romper dos a siete días y tres a veintiocho días. El hecho de tomar seis probetas se debe a fin de poder guardar alguna para edades posteriores (45 ó 60 días) en el caso de detectarse bajas de resistencia a la edad de 28 días.

Cada toma de resistencia, comprende el siguiente conjunto de operaciones:

- Desplazamiento del equipo de laboratorio a obra.
- Toma de muestras de hormigón fresco.
- Determinación de la consistencia, mediante el Cono de Abrams.
- Enmoldado de una serie de seis probetas de diámetro 15x30 cm.
- Recogida de la serie de seis probetas al día siguiente de su fabricación para su transporte a la cámara húmeda del laboratorio.

#### **4.4.6 Encofrados**

En el caso particular del encofrado, y previamente a las operaciones de hormigonado, se procederá a la comprobación de la idoneidad y compatibilidad con las características del hormigón así como de las velocidades y sistemas de hormigonado, sobrecargas de obra, presiones. De igual manera se procederá a suprimir cuantos elementos deformados, desviados e insuficientemente limpiados para su empleo como encofrado.



## 4.5 ACERO

### 4.5.1 Acero para armar

Para el armado del hormigón se emplearán barras corrugadas, de diferentes diámetros, B 500 S y con características según UNE 36.068.

Todo el acero suministrado para el armado del hormigón en esta obra deberá estar certificado. El dimensionado y disposición de las armaduras se realizará tal como se establece en los planos del proyecto y siguiendo las indicaciones de la Norma EHE, artículo 66, en lo que a elaboración de ferralla y colocación de las armaduras se refiere.

El doblado y colocación de las armaduras se hará de acuerdo con las indicaciones del artículo 66 de la Norma EHE.

El Contratista comprobará a la recepción de cada partida que llega acompañada de la copia del “Certificado de Garantía del Fabricante” (en el que también se indicará que es apto para el soldeo y las condiciones y procedimientos en que éste deb realizarse) y además solicitará copia de los “Resultados de los Ensayos” de cada partida servida, estando ambos documentos firmados por persona física, de acuerdo con lo establecido en los artículos 31º y 32º de la EHE.

El Contratista archivará dichas hojas de suministro (estando siempre a disposición de la Dirección Facultativa) hasta la entrega de la documentación final de control. Los mismos certificados se exigirán para las barras que componen las mallas, así como los certificados propios de las mismas.

Todas las barras llevarán grabadas las marcas de identificación del tipo de acero y la marca del fabricante, según los códigos de homologación dados en UNE 36.068.

Se realizarán los ensayos según las prescripciones del artículo 90.3 de la EHE.

En el caso de utilizarse elementos de uniones de barras tales como manguitos roscados, Cadweld, etc., éstos deberán encontrarse homologados por algún Organismo Oficial a escala nacional. En cualquier caso la resistencia de la unión a rotura en ensayo de tracción deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Rotura de la unión: superior a la carga de rotura de la mayor de las barras a unir.
- Rotura de unión: superior a 1,2 veces la carga de rotura mayor de barras de unir.

Para controlar la calidad del acero se adopta un Control a Nivel Normal.

A efectos de control, las armaduras se dividirán en lote, correspondientes a un mismo suministrador, designación y serie.

Si el acero está certificado, el tamaño máximo de lote por diámetro estará constituido por 40t o fracción total del acero. Se tomarán dos probetas por cada lote, para realizar sobre ellas las comprobaciones indicadas en el apartado 90.3.1 de la EHE.

Se determinarán, al menos en dos ocasiones durante la realización de la obra, el límite elástico, carga de rotura y alargamiento en al menos una probeta de cada lote para las barras

corrugadas, de acuerdo con el apartado 90.3.1 de la EHE. Los criterios de aceptación o rechazo son los establecidos en la EHE, Art. 90.5.

El acero empleado deberá cumplir las características mecánicas y químicas especificadas en el documento DB-SE A: Acero, perteneciente a la CTE

#### **Ensayos de control de resistencia del acero para armar**

Se realizará de acuerdo a lo especificado en el Artículo 90, "Control de la Calidad del Acero", de la Instrucción para el proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón Estructural EHE.

El control consistirá en tomar dos probetas por cada diámetro y cantidad de 20 t. o fracción, siendo los ensayos a realizar:

- Características geométricas.
- Resistencia a tracción, determinando:
  - o Límite elástico.
  - o Carga de rotura.
- Alargamiento en rotura.
- Doblado simple.
- Doblado-desdoblado.
- Identificación.

## **4.6 FIRMES Y PAVIMENTOS**

### **4.6.1 Firmes asfálticos**

Antes de la ejecución de las obras se realizaran los ensayos de los componentes, de los riegos y aglomerados en caliente.

#### **Áridos**

Árido grueso	Árido fino
Granulometría	Granulometría
Adhesividad	Adhesividad
Desgaste Los Ángeles	Desgaste Los Ángeles
C.P.A (solo rodadura)	Equivalente de la arena
Índice de lascas	Pesos específicos
Caras de fractura	
Pesos específicos	

*Tabla 3 Listado de ensayos para cada tipo de arido*

#### **Filler**

- Densidad aparente.
- Coeficiente de emulsibilidad.
- 

#### **Mezcla de Áridos:**

- Peso específico por aceite de parafina.

#### **Emulsiones:**

- Peso específico.
- Viscosidad Saybolt.
- Carga de partículas.

- pH.
- Contenido de agua.
- Betún asfáltico residual.
- Sedimentario.
- Penetración sobre el residuo.
- Solubilidad en tricloroetileno sobre el residuo.

#### **Betúnes.**

- Índice de penetración (penetración y punto de reblandecimiento)
- Peso específico.

#### **Aglomerados en Caliente.**

Por cada mil toneladas o diariamente se tomará una muestra para la realización de los siguientes ensayos:

- Determinación del contenido de ligante.
- Granulometría de los áridos.
- Marshall (estabilidad, deformación, volumen de huecos, densidad aparente y densidad por parafinado).

#### **Control de Ejecución.**

Se realizarán dos testigos por cada kilómetro y carril en cada una de las capas para la determinación de:

- Espesor.
- Densidad por parafinado.
- % compactación.

#### **Solados de hormigón**

Durante el transcurso de la obra, siempre que lo autorice la Dirección Facultativa, se realizarán los siguientes ensayos sobre una muestra recogida al azar:

- Resistencia a flexión.
- Resistencia al choque.
- Absorción de agua.
- Resistencia a compresión.
- Ensayo de resistencia al desgaste por rozamiento.

Al comienzo de la obra y con una periodicidad mensual, se realizarán los siguientes ensayos sobre el mortero utilizado en obra

Fabricación en obra de seis probetas prismáticas de 4x4x16 cm.

Rotura a compresión y flexo tracción de las probetas a la edad de siete y veintiocho días.

## **4.7 INSTALACIONES**

### **4.7.1 Instalación de abastecimiento**

Una vez realizadas las redes de suministro de agua se realizarán pruebas de funcionamiento comprobado usualmente las conexiones, recibido de tuberías, estanqueidad, radios de curvaturas y etc., realizándose las siguientes pruebas por tramo:

- Pruebas de estanqueidad y funcionamiento.

- Pruebas de resistencia mecánica a golpes de presión.

#### 4.7.2 Instalación de pluviales y saneamiento

Una vez realizadas las redes de pluviales y saneamiento se realizarán pruebas de funcionamiento comprobado usualmente las conexiones, recibido de tuberías, estanqueidad, radios de curvaturas y etc., realizándose las siguientes pruebas por tramo:

- Comprobación de los sistemas de bombeo.
- Conexiones efectuadas.
- Corrientes de fugas.
- Pruebas de estanqueidad y funcionamiento.
- Pruebas de resistencia mecánica a golpes de presión.

#### 4.7.3 Instalación de protección contra incendios y emergencias

- Comprobación de los sistemas de detección de humos y fuego y funcionamiento de los sistemas de emergencia y alarma.
- Comprobación del sistema de iluminación de Emergencia.

#### 4.7.4 Instalación de ventilación y detección de CO<sub>2</sub>

- Comprobación de los sistemas de detección de CO<sub>2</sub> y funcionamiento de los sistemas de extracción y ventilación.

#### 4.7.5 Energía eléctrica, vigilancia y comunicaciones

Los controles y pruebas de funcionamiento de la instalación de alumbrado, se efectuarán atendiendo a las siguientes normativas:

- Reglamento electrotécnico e instrucciones complementarias para baja tensión (REBT)

Se realizaran las siguientes pruebas:

- Comprobar el funcionamiento de los diferenciales.
- Comprobación del consumo.
- Comprobación del equilibrio de fases.
- Comprobación de potencias activas y reactivas.
- Comprobación del factor de potencia.
- Comprobación de la puesta a tierra.
- Comprobación de las caídas de tensión.
- Comprobación y pruebas de los sistemas de vigilancia.
- Prueba de funcionamiento de pares y coaxiales de comunicaciones.
- Pruebas del reglamento electrotécnico de alta y media tensión.

## 4.8 PINTURAS Y REVESTIMIENTOS

El Contratista, por medio de su departamento de Control de Calidad verificará y presentará a la Dirección de Obra un informe de los controles realizados durante las sucesivas fases de la ejecución. El Contratista está obligado a comunicar a la Dirección de Obra con 48 horas de antelación la fecha de realización de las inspecciones.

En todos los casos tanto en taller como en obra, previo al comienzo de las operaciones de pintado se verificará el punto de rocío para decidir si debe realizarse.

#### 4.8.1 Preparación de las superficies

- Comprobación del grado de limpieza.
- Comprobación de la rugosidad superficial.
- Detección de contaminantes residuales (polvo/sales residuales).

#### 4.8.2 Previa a la aplicación de la pintura

- Control de la calidad de la pintura, número del lote y fechas de fabricación.
- Verificación del color de la pintura.
- Control de la mezcla/homogeneización en los productos de dos componentes.
- Densidad pintura.
- Poder cubriente.
- Tiempo de secado.

#### 4.8.3 Tras la aplicación de las capas de pintura

- Medición del espesor seco (parcial).
- Control de adherencia.
- Control de intervalos de repintado.
- Control de limpieza entre capas.

#### 4.8.4 Inspección final

- Inspección visual.
- Medición del espesor seco (total).
- Control de adherencia.
- Control de aspecto (brillo/color).
- Control de curado.
- Detección de poros.

### 4.9 SEÑALIZACIÓN

Se conoce bajo el nombre de señales el conjunto de aparatos y signos claros y precisos, que tienen por objeto controlar, asegurar y proteger el movimiento de vehículos, hacer conocer al personal las previsiones y el estado de la línea, a fin de garantizar que el tráfico sea satisfactorio y sin riesgos.

Se llevará a cabo un control sobre las marcas viales longitudinales y superficiales, para ello se ejecutará una unidad de cada uno de los siguientes ensayos:

- 1 unidad de Cons. Kerbbs.
- 1 ud de Tiempo de secado.
- 1 ud de % de defectos.

### 4.10 ENSAYOS IMPREVISTOS

Se prevé una partida para la realización de ensayos imprevistos que pudieran surgir a lo largo de las obras. Los ensayos a realizar, así como el número de los mismos, los aprobará la

Dirección Facultativa, remitiéndose los resultados de la empresa cualificada tanto a la Dirección de Obra como a la empresa Constructora.

## 5. CONDICIONES PARA LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS

### 5.1 SUMINISTRO, IDENTIFICACIÓN Y RECEPCIÓN

El suministro, la identificación, el control de recepción de los materiales, los ensayos, y, en su caso, las pruebas de servicio, se realizarán de acuerdo con la normativa explicitada en las disposiciones de carácter obligatorio.

Cuando un material no disponga de normativa obligatoria, dichos aspectos se realizarán preferentemente de acuerdo con las normas UNE, o en su defecto por las NTE o según las instrucciones que, en su momento, indique la Dirección Facultativa.

Todos los materiales llegarán a obra, identificados y en perfectas condiciones para su empleo. Para ello, serán transportados en vehículo adecuado y, si es necesario, en envases que garanticen su inalterabilidad. Las operaciones de carga y descarga se efectuarán de forma que no produzcan deterioro en los materiales o en los envases.

### 5.2 TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras será preceptiva en todos los materiales cuya recepción mediante ensayos se establezca en la programación del control y en aquellos que, durante la marcha de la obra, considere la Dirección Facultativa.

Se realizará al azar por la Dirección Facultativa, la cual podrá delegar en personal del laboratorio acreditado, pudiendo estar presente el constructor o persona delegada por éste.

El procedimiento de muestreo se realizará de acuerdo con la normativa de cada producto y en cantidad suficiente para la realización de los ensayos y contraensayos.

Para ello, por cada partida de material o lote se tomarán tres muestras iguales: una se remitirá al laboratorio para la realización de los ensayos previstos en la programación de control; las dos restantes se conservarán en obra para la realización de los contraensayos si fuera necesario. Estas muestras se conservarán en obra durante al menos 100 días si se trata de materiales perecederos (conglomerantes), o hasta la recepción definitiva de las unidades constructivas realizadas con cada uno de los materiales.

En el caso de no tener que realizar ensayos de control, bastará con tomar estas dos últimas muestras. Todas las muestras se conservarán con garantías de inalterabilidad: bajo cubierta, protegidas de la humedad del suelo, al abrigo de la intemperie y lo más aisladas posible de cualquier maltrato. Estas medidas se adoptarán especialmente en el caso de conglomerantes y muy especialmente en las muestras de hormigón, que necesariamente deberán conservarse en obra al menos 24 horas.

El constructor deberá aportar los medios adecuados que garanticen la conservación en los términos indicados y se encargará de su custodia.

### 5.3 CASO DE MATERIALES CON CERTIFICADO DE CALIDAD

Cuando se reciba en obra un material con algún certificado de garantía, como:

- Marca de calidad (AENOR, AITIM, CIETSID, etc.), o
- Homologación por el MICT
- Que tenga que venir acompañado por un certificado de ensayos como es obligatorio en los aceros y cementos el constructor entregará a la Dirección Facultativa los documentos acreditativos para obrar en consecuencia.

En el caso de los cementos, cada partida deberá llegar acompañada del certificado de garantía del fabricante.

### 5.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

Todas las muestras estarán identificadas haciéndose constar los siguientes puntos:

- Denominación del producto.
- Nombre del fabricante o marca comercial.
- Fecha de llegada a obra.
- Denominación de la partida o lote que corresponde la muestra.
- Nombre de la obra.
- Número de unidades o cantidad, en masa o volumen que constituye la muestra.
- Se hará constar si ostenta sello, tiene homologación o le acompaña algún certificado de ensayos.

### 5.5 REALIZACIÓN DE ENSAYOS

Todos los ensayos necesarios para enjuiciar la calidad de los materiales, así como las pruebas de servicio, se deberán realizar por un laboratorio acreditado en las áreas correspondientes, de acuerdo con las siguientes disposiciones:

- Decreto 11/1990, de 23 de enero, sobre acreditación de Laboratorios de ensayos para el Control de Calidad de la Edificación del Gobierno Vasco
- Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.

No obstante, ciertos ensayos o pruebas de servicio, y a criterio de la Dirección Facultativa, podrán ser realizados por ella misma.

El constructor podrá, a su costa, aumentar el número de ensayos revistos.

### 5.6 CONTRAENSAYOS

Cuando durante el proceso de control se obtuvieran resultados anómalos que implicasen el rechazo de la partida o lote correspondiente, el constructor tendrá derecho a realizar contraensayos a su costa, por medio de las muestras conservadas en obra.

Para ello se procederá como sigue: se enviarán las dos muestras a dos laboratorios distintos del contratado por el promotor, previamente aceptados por la dirección facultativa. Si uno de

los dos resultados fuera insatisfactorio, el material se rechazará. Si los dos fueran satisfactorios se aceptará la partida.

### 5.7 DECISIONES DERIVADAS DEL PROCESO DE CONTROL

En caso de control no estadístico o no al cien por cien, cuyos resultados sean no conformes, y antes del rechazo del material, la Dirección Facultativa podrá pasar a realizar un control estadístico o al cien por cien, con las muestras conservadas en obra.

La aceptación de un material o su rechazo por parte de la Dirección Facultativa, así como las decisiones adoptadas como demolición, refuerzo o reparación, deberán ser acatados por el promotor o constructor. Ante los resultados de control, no satisfactorios, y antes de tomar la decisión de aceptación o rechazo, la Dirección Facultativa podrá realizar los ensayos de información o pruebas de servicio que considere oportunos.

## 6. ACTAS DE RESULTADOS E INFORMES MENSUALES Y FINAL

### 6.1 ACTAS DE RESULTADOS

El Laboratorio acreditado que realice los ensayos correspondientes a cada uno de los materiales citados en este Plan de Control, emitirá un acta de resultados con los datos obtenidos en ellos, conteniendo además la siguiente información:

- Nombre y dirección del Laboratorio de Ensayos.
- Nombre y dirección del Cliente.
- Identificación de la obra o precisión de a quién corresponde el material analizado con su número de expediente.
- Definición del material ensayado.
- Fecha de recepción de la muestra, fecha de realización de los ensayos y fecha de emisión del Informe de Ensayo.
- Identificación de la especificación o método de ensayo.
- Identificación de cualquier método de ensayo no normalizado que se haya utilizado.
- Cualquier desviación de lo especificado para el ensayo.
- Descripción del método de muestreo si así es especificado por la normativa vigente o por el Peticionario.
- Identificación de si la muestra para el ensayo se ha recogido en obra o ha sido entregada en el Laboratorio.
- Indicación de las incertidumbres de los resultados, en los casos que se den.
- Firma del Jefe de Área correspondiente, constatando titulación y visto bueno del Director del Laboratorio.

### 6.2 INFORMES MENSUALES

A final de cada mes, mientras dure la Obra, el Laboratorio emitirá un informe resumen de los trabajos realizados en ese período que contendrá la siguiente información:



Resumen de los ensayos realizados en obra durante ese mes. Interpretación de los resultados en cuanto a su cumplimiento con las especificaciones de la Normativa actual o con el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto.

Cuantas observaciones se pudieran derivar del cumplimiento del Plan de Control u otras que se crean oportunos sobre el desarrollo del Control de Calidad.

### 6.3 INFORME FINAL

De igual modo, y al finalizar la ejecución de la Obra, se emitirá por parte del Laboratorio un informe resumen conteniendo la misma información que los anteriores, pero ya de una forma global en cuanto al cumplimiento y seguimiento del Plan de Control.

# APENDICE 17.1

# PRESUPUESTO

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C1</b>	<b>Agua</b>			
XGA010.1	<b>Ud Ensayo sobre una muestra de agua, con determinación de: pH.</b> Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de agua, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: pH según UNE 83952. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados. Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.	1,00	11,25	11,25
XGA010.2	<b>Ud Ensayo sobre una muestra de agua, con determinación de: contenido de sulfatos, contenido de cloruros.</b> Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de agua, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: contenido de sulfatos según UNE 83956, contenido de cloruros según UNE 7178. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados. Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.	1,00	51,22	51,22
XGA010	<b>Ud Ensayo sobre una muestra de agua, con determinación de: contenido de aceites y de grasas.</b> Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de agua, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: contenido de aceites y de grasas según UNE 7235. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados. Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.	1,00	18,57	18,57
<b>TOTAL C1.....</b>				<b>81,04</b>

## PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C2</b>	<b>Mortero, yesos, cementos</b>			
XAY010.1	<p><b>Ud Ensayo sobre una muestra de yeso o escayola, con determinación de: humedad, índice de pureza.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de yeso o escayola tomada en obra para la determinación de las siguientes características: humedad según UNE 102032, índice de pureza según UNE 102032. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	270,07	270,07
XAY010.2	<p><b>Ud Ensayo sobre una muestra de yeso o escayola, con determinación de: absorción de agua, índice de pureza.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de yeso o escayola tomada en obra para la determinación de las siguientes características: absorción de agua según UNE 102032, índice de pureza según UNE 102032. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	302,84	302,84
XAM010.1	<p><b>Ud Ensayo sobre una muestra de mortero fresco, con determinación de: consistencia.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de mortero fresco, tomada en obra según UNE-EN 1015-2, para la determinación de las siguientes características: consistencia según UNE-EN 1015-3. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	200,16	200,16
XAM010.2	<p><b>Ud Ensayo sobre una muestra de mortero fresco, con determinación de: densidad aparente.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de mortero fresco, tomada en obra según UNE-EN 1015-2, para la determinación de las siguientes características: densidad aparente según UNE-EN 1015-6. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	193,21	193,21
XAM030.1	<p><b>Ud Ensayo sobre una serie de probetas prismáticas de mortero de cemento, con determinación de: resistencia a flexión y compresión.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una serie de probetas prismáticas de mortero de cemento, tomadas en obra según UNE-EN 1015-2, para la determinación de las siguientes características: resistencia a flexión y compresión según UNE-EN 1015-11. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Fabricación y curado de probetas y realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documenta-</p>	1,00	293,17	293,17

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	ción del Plan de control de calidad.			
XAM0302	<p><b>Ud Ensayo sobre una serie de probetas prismáticas de mortero de cemento, con determinación de: absorción de agua.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una serie de probetas prismáticas de mortero de cemento, tomadas en obra según UNE-EN 1015-2, para la determinación de las siguientes características: absorción de agua según UNE 67027. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Fabricación y curado de probetas y realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	230,51	230,51
XAM0303	<p><b>Ud Ensayo sobre una serie de probetas prismáticas de mortero de cemento, con determinación de: absorción de agua.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una serie de probetas prismáticas de mortero de cemento, tomadas en obra según UNE-EN 1015-2, para la determinación de las siguientes características: absorción de agua según UNE 67027. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Fabricación y curado de probetas y realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	230,51	230,51
XAT010.1	<p><b>Ud Ensayo sobre una muestra de cemento, con determinación de: tiempo de fraguado.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de cemento, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: tiempo de fraguado según UNE-EN 196-3. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	60,69	60,69
XAT010.2	<p><b>Ud Ensayo sobre una muestra de cemento, con determinación de: resistencia a flexotracción y a compresión.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de cemento, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: resistencia a flexotracción y a compresión según UNE-EN 196-1. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	102,99	102,99
XAT010	<p><b>Ud Ensayo sobre una muestra de cemento, con determinación de: contenido de cloruros, contenido de sulfatos.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de cemento, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: contenido de cloruros según UNE-EN 196-2, contenido de sulfatos según UNE-EN 196-2. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensa-</p>	1,00	85,68	85,68

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	vos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.			
	<b>TOTAL C2</b> .....			<b>1.969,83</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C3</b>	<b>Estructura de hormigon</b>			
XEB040	<p><b>Ud Ensayo sobre una muestra de barras corrugadas de acero, con determinación de la aptitud al soldeo.</b></p> <p>Ensayo a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre cuatro probetas de acero corrugado, tomadas en obra, para la determinación de la aptitud al soldeo. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestra. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	141,80	141,80
XEM010	<p><b>Ud Ensayo sobre una muestra de mallas electrosoldadas con determinación de: sección media equivalente, características geométricas</b></p> <p>Ensayo a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de mallas electrosoldadas, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: sección media equivalente sobre dos mallas del mismo lote según UNE-EN ISO 15630-2, características geométricas del corrugado sobre cuatro mallas del mismo lote según UNE-EN 10080, doblado/desdoblado sobre dos mallas del mismo lote según UNE-EN ISO 15630-2, carga de despegue de los nudos sobre dos mallas del mismo lote según UNE-EN ISO 15630-2. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	138,43	138,43
XEH010	<p><b>Ud Ensayo sobre una muestra de hormigón sin D.O.R. con determinación de: consistencia del hormigón fresco mediante el método de ase</b></p> <p>Ensayo a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de hormigón fresco sin D.O.R., tomada en obra según UNE-EN 12350-1, para la determinación de las siguientes características: consistencia del hormigón fresco mediante el método de asentamiento del cono de Abrams según UNE-EN 12350-2 y resistencia característica a compresión del hormigón endurecido mediante control estadístico con fabricación y curado de seis probetas cilíndricas de 15x30 cm del mismo lote según UNE-EN 12390-2, refrentado y rotura a compresión de las mismas según UNE-EN 12390-3. Incluso desplazamiento a obra, toma de muestra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	91,80	91,80
<b>TOTAL C3.....</b>				<b>372,03</b>

## PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C4</b>	<b>Estructura metalica</b>			
XMP010.1	<p><b>Ud Ensayo destructivo sobre una muestra de perfil laminado, con determinación de: límite elástico aparente, resistencia a tracción,</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de perfil laminado para uso en estructura metálica, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: límite elástico aparente, resistencia a tracción, módulo de elasticidad, alargamiento y estricción, según UNE-EN ISO 6892-1. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	188,70	188,70
XMP010.2	<p><b>Ud Ensayo destructivo sobre una muestra de perfil laminado, con determinación de: doblado a 180°.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de perfil laminado para uso en estructura metálica, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: doblado a 180°, según UNE-EN ISO 7438. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	156,22	156,22
XMP010.3	<p><b>Ud Ensayo destructivo sobre una muestra de perfil laminado, con determinación de: análisis químico de una muestra de acero, compren</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de perfil laminado para uso en estructura metálica, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: análisis químico de una muestra de acero, comprendiendo carbono, silicio, fósforo, azufre y manganeso, según UNE 7014, UNE 7331, UNE 7349, UNE 7028, UNE 7029, UNE 7019 y UNE 7027. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	456,46	456,46
XMP010.4	<p><b>Ud Ensayo destructivo sobre una muestra de perfil laminado, con determinación de: geometría de la sección y desviación de la masa.</b></p> <p>Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de perfil laminado para uso en estructura metálica, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: geometría de la sección y desviación de la masa. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p>	1,00	208,48	208,48
XMS010	<p><b>Ud Inspección visual sobre una unión soldada.</b></p> <p>Inspección visual a realizar por laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una unión soldada en estructura metálica, para la determinación de las imperfecciones superficiales y, en ocasiones, defectos internos de la unión, según UNE-EN ISO 17637. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Realización del ensayo. Redacción de in-</p>	1,00	63,73	63,73



## PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	forme del resultado del ensayo realizado. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de ensayos realizados por laboratorio acreditado según especificaciones de Proyecto.			
	<b>TOTAL C4</b> .....			<b>1.073,59</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C5</b>	<b>Rellenos y compactaciones</b>			
XTR010	<b>Ud Ensayos para la selección y control de un material de relleno de suelo tolerable. Ensayos en laboratorio: límites de Atterberg;</b>  Ensayos para la selección y control de un material de relleno de suelo tolerable. Ensayos en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra tomada en obra: límites de Atterberg según UNE 103103 y UNE 103104; Proctor Modificado según UNE 103501; C.B.R. según UNE 103502; contenido de materia orgánica según UNE 103204; contenido en sales solubles según UNE 103205. Ensayos "in situ": densidad y humedad según ASTM D6938; placa de carga según UNE 103808. Incluso desplazamiento a obra y redacción de informe técnico con especificación de cada uno de los resultados obtenidos para la selección y control del material de relleno.  Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos en laboratorio. Realización de ensayos "in situ". Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados.  Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.	1,00	817,50	817,50
<b>TOTAL C5.....</b>				<b>817,50</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C6</b>	<b>Prefabricados de Hormigon</b>			
XPB010	Ud Ensayo sobre una muestra de bloque de hormigón, con determinación de: dimensiones y comprobación de la forma, absorción de agua,  Ensayos a realizar en laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, sobre una muestra de bloque de hormigón, tomada en obra, para la determinación de las siguientes características: dimensiones y comprobación de la forma según UNE-EN 772-16 y UNE-EN 772-20, absorción de agua según UNE-EN 772-11, resistencia a compresión según UNE-EN 772-1. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados. Incluye: Desplazamiento a obra. Toma de muestras. Realización de ensayos. Redacción de informe de los resultados de los ensayos realizados. Criterio de medición de proyecto: Ensayo a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.	1,00	487,05	487,05
<b>TOTAL C6.....</b>				<b>487,05</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>C7</b>	<b>Instalaciones</b>			
XRI040	<p><b>Ud Conjunto de pruebas de servicio, para comprobar el correcto funcionamiento del ascensor.</b></p> <p>Conjunto de pruebas de servicio a realizar por laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, para comprobar el correcto funcionamiento de los siguientes elementos que componen el ascensor: cuarto de máquinas, instalación eléctrica, grupo tractor, limitador de velocidad, guías, puertas, camarín, amortiguadores, dispositivo final de recorrido, contrapeso, indicadores de seguridad y línea telefónica. Incluso informe de resultados.</p> <p>Incluye: Realización de las pruebas. Redacción de informe de los resultados de las pruebas realizadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Prueba a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de pruebas realizadas por laboratorio acreditado según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	36,72	36,72
XRI120	<p><b>Ud Prueba de servicio final para comprobar el correcto funcionamiento de la red interior de evacuación de aguas residuales.</b></p> <p>Prueba de servicio final a realizar por laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, para comprobar el correcto funcionamiento de la red interior de evacuación de aguas residuales que conecta con la red general de saneamiento en un punto, en condiciones de simultaneidad de los aparatos sanitarios, con los tapones de desagüe retirados. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Realización de la prueba. Redacción de informe del resultado de la prueba realizada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Prueba a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de pruebas realizadas por laboratorio acreditado según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	133,75	133,75
XRI090	<p><b>Ud Prueba de servicio parcial para comprobar la resistencia mecánica y estanqueidad de la red interior de suministro de agua.</b></p> <p>Prueba de servicio parcial a realizar por laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, para comprobar la resistencia mecánica y estanqueidad de un tramo de la red interior de suministro de agua de 250 m de longitud máxima, probando todos sus elementos. Incluso desplazamiento a obra e informe de resultados.</p> <p>Incluye: Desplazamiento a obra. Realización de la prueba. Redacción de informe del resultado de la prueba realizada.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Prueba a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de pruebas realizadas por laboratorio acreditado según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	278,56	278,56
XRI050	<p><b>Ud Conjunto de pruebas de servicio en urbanización, para comprobar el correcto funcionamiento de las siguientes instalaciones: elec</b></p> <p>Conjunto de pruebas de servicio a realizar por laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, para comprobar el correcto funcionamiento de las siguientes instalaciones: electricidad. Incluso informe de resultados.</p> <p>Incluye: Realización de las pruebas. Redacción de informe de los resultados de las pruebas realizadas.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Prueba a realizar, según documentación del Plan de control de calidad.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el número de pruebas realizadas por laboratorio acreditado según especificaciones de Proyecto.</p>	1,00	45,90	45,90

**PRESUPUESTO**

<b>CÓDIGO</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>IMPORTE</b>
	<b>TOTAL C7</b> .....			<b>494,93</b>
	<b>TOTAL</b> .....			<b>5.295,97</b>

GRADO EN INGENIERIA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***NUEVO CENTRO DEPORTIVO PARA LA  
SOCIEDAD DE REMO KAIKU Y  
ACONDICIONAMIENTO DEL PARKING  
(SESTAO)***

***ANEJO 18 – PLAN DE OBRA***

**Alumna:** Rodríguez Vilariño, Alazne  
**Director:** Hernández Vázquez, Jesús María

**Curso:** 2018-2019

**Fecha:** 27/06/2019

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ACTIVIDADES.....	1
3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....	3
4. DIAGRAMA DE GANTT .....	4

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene como objeto definir la planificación de las actividades necesarias a llevar a cabo en las obras del “Nuevo Centro deportivo para la Sociedad de Remo Kaiku” indicando la descripción y los plazos establecidos para los trabajos en los que se divide la obra y así poder dar una estimación aproximada de la duración de la misma.

Al final del anejo, se adjuntará un diagrama de Gantt donde se esquematiza la programación temporal de los diferentes trabajos a realizar.

Esta programación pretende:

- Garantizar la viabilidad de la obra
- Evitar interferencias entre los diferentes trabajos que componen la obra
- Adelantar, dentro de lo posible la ejecución de los trabajos de mayor dificultad, con el fin de evitar retrasos en la finalización de la obra por posibles complicaciones en los mismos.

Se plantea empezar la obra una vez que haya acabado la liga de Remo, es decir a principios de Octubre.

## 2. ACTIVIDADES

Las principales actividades a realizar para la construcción del Nuevo Centro deportivo son un total de 18.

Con el objetivo de minimizar al máximo posible la ejecución de la obra, se han establecido simultaneidades entre actividades que podrán llevarse a cabo al mismo tiempo.

A continuación se enumeran y se desarrollan brevemente:

1. **Desbroce y nivelación:** consiste en la eliminación de las zonas previstas con pequeña maleza, broza, escombros o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerada como mínima de 25 cm y su posterior nivelación.
  - Tiempo estimado: 2 días
2. **Replanteo:** es el proceso de localizar en el terreno los principales puntos de la obra.
  - Tiempo estimado: 1 día.
3. **Movimiento de Tierras:** consiste en la excavación general del terreno con el objetivo de dejar el espacio suficiente para la ejecución de la cimentación y de la instalación.
  - Tiempo estimado: 8 días.
4. **Mejora del terreno:** consiste en colocar una capa de terreno mejorado y compactarlo para mejorar el comportamiento del terreno frente a las cargas transmitidas por la nave.
  - Tiempo estimado: 3 días.



5. **Cimentación de zapatas y vigas de atado:** Incluye las actividades de encofrado y vertido de hormigón tanto para las zapatas como para las vigas de atado.
  - Tiempo estimado: 30 días.
6. **Instalaciones de agua:** las canalizaciones que discurren por debajo de la estructura del edificio deben instalarse antes de construir la estructura.
  - Tiempo estimado: 4 días.
7. **Vallado de la parcela:** antes de comenzar con la construcción de la estructura es necesario el vallado de la parcela para evitar posible vandalismo en el interior de la obra.
  - Tiempo estimado: 2 días
8. **Estructura metálica:** se construye la estructura porticada del nuevo centro deportivo formada por perfiles metálicos (pilares, vigas, correas, cruces de San Andrés...)
  - Tiempo estimado: 22 días.
9. **Solera:** esta actividad es preciso realizarla una vez finalizado la cimentación. Consiste en acondicionar el suelo con material todo en uno y crear una solera de hormigón de 40 cm para que sirva como suelo para el edificio.
  - Tiempo estimado: 21 días.
10. **Cerramiento:** colocación de los paneles de hormigón en la fachada y de paneles sándwich en la cubierta
  - Tiempo estimado: 22 días
11. **Particiones interiores:** consiste en la división de las diferentes estancias en las que se va a dividir la nave. Se incluyen la ejecución del forjado de la segunda planta así como la instalación de ventanas y puertas.
  - Tiempo estimado: 28 días
12. **Instalaciones:** esta actividad engloba la ejecución de todas las instalaciones necesarias para el funcionamiento de la nave (electricidad, agua...).
  - Tiempo estimado: 20 días
13. **Pavimentos y acabado:** Se pavimentara la superficie con baldosas, el alicatado de los cuartos húmedos y la pintura en paredes.
  - Tiempo estimado: 14 días
14. **Fresado:** Consiste en la retirada del firme antiguo hasta una profundidad de 6 cm para verter a continuación el nuevo firme.
  - Tiempo estimado: 3 días
15. **Mezclas bituminosas:** Se pavimentara la superficie exterior con el nuevo firme, una capa de rodadura de 5 cm.
  - Tiempo estimado: 3 días
16. **Marcas Viales:** Se pavimentara la superficie con baldosas, el alicatado de los cuartos húmedos y la pintura en paredes.

- Tiempo estimado: 1 día

17. **Seguridad y Salud; Control de Calidad:** Las medidas de seguridad se deben llevar a cabo a lo largo de toda la obra, al igual que el control de calidad de todos los materiales a utilizar para garantizar su función.

- Tiempo estimado: 141 días

### 3. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Tras el análisis del plan de obra, se ha estimado una duración total de las obras de 141 días hábiles, teniendo en cuenta tanto fines de semana como los días festivos.

Esto es un total de 7 meses.

Por lo tanto comenzando las obras el día 1 de Octubre de 2019 se prevé su finalización para el 21 de Abril de 2020.

ACTIVIDAD	DURACION	COMIENZO	FINALIZACION
1. Desbroce y nivelación	2	1/10/19	2/10/2019
2. Replanteo	1	2/10/19	2/10/19
3. Movimiento de Tierras	8	3/10/2019	14/10/19
4. Relleno mejorado	3	14/10/19	16/10/19
5. Cimentaciones	30	17/10/19	27/11/19
6. Canalizaciones agua	4	19/11/19	22/11/19
7. Vallado	2	21/11/19	22/11/19
8. Estructura metálica	22	28/11/19	31/12/19
9. Solera	21	02/1/20	31/01/20
10. Cerramiento	22	30/01/20	28/02/20
11. Particiones interiores	28	02/03/20	9/04/20
12. Instalaciones	20	23/03/20	17/04/20
13. Pavimento y acabados	14	30/03/20	16/04/20
14. Fresado	3	13/04/20	15/04/20
15. Nuevo Firme	3	16/04/20	20/04/20
16. Marcas Viales	1	21/04/20	21/04/20
17. Seguridad y salud	141	1/10/19	21/04/20
18. Control de Calidad	141	1/10/19	21/04/20

Tabla 1 Duración de actividades

## 4. DIAGRAMA DE GANTT

A continuación se adjunta un diagrama de Gantt con las distintas actividades del proceso de construcción cuyo objetivo es mostrar el tiempo de dedicación previsto de forma visual y esquemática.

Las actividades a realizar se muestran en el eje de ordenadas y la duración de estas en el eje de abscisas.

