



TRABAJO FIN DE MÁSTER

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES



Alumno

Adrián Berdasco Fernández

Director

José Antonio Flores Yepes

Junio de 2019

AUTORIZACIÓN DE ASIGNACIÓN DEL TFM

D. Manuel Ferrández-Villena García, Director del Máster Universitario en Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones impartido en la Universidad Miguel Hernández de Elche, autoriza al alumno **D. Adrián Berdasco Fernández** a realizar el Trabajo Fin de Máster titulado “***Diseño y cálculo de una estructura metálica para la implantación de un rack de telecomunicaciones***”, bajo la dirección como tutor de D. José Antonio Flores Yepes, debiendo cumplir las normas establecidas en la redacción del mismo que están a su disposición en la plataforma virtual (<https://aulavirtualepso.umh.es>).

Orihuela a 26 de febrero de 2019

El Director del Máster Universitario en

Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones

**MANUEL|
FERRANDEZ-
VILLENAGARCIA**

Firmado digitalmente por MANUEL|
FERRANDEZ-VILLENAGARCIA
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=MANUEL|FERRANDEZ-VILLENAGARCIA,
serialNumber=29004738J,
givenName=MANUEL, sn=FERRANDEZ-
VILLENAGARCIA, ou=Ciudadanos, o=ACCV,
c=ES
Fecha: 2019.02.26 14:06:15 +01'00'

Fdo: D. Manuel Ferrández-Villena García

Escuela Politécnica Superior de Orihuela

Universidad Miguel Hernández de Elche
Ctra. Orihuela-Beniol, km 3,2
03312 Orihuela (Alicante)
Tel: 966749746 / 966749716
E-mail: m.ferrandez@umh.es
Web: <https://aulavirtualepso.umh.es>

INDICE DE CONTENIDOS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

MEMORIA

- 1 ANTECEDENTES
- 2 CODIGOS, NORMAS Y DOCUMENTOS DE APLICACIÓN
 - 2.1 CODIGOS Y NORMAS
 - 2.2 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA
- 3 MATERIALES
- 4 ACCIONES
 - 4.1 ACCIONES PERMANENTES
 - 4.2 ACCIONES VARIABLES
 - 4.3 ACCIONES ACCIDENTALES
 - 4.4 ACCIONES SÍSMICAS
- 5 COEF. DE SEGURIDAD Y COMBINACIONES EMPLEADAS EN EL CÁLCULO
- 6 BASES DE CÁLCULO
- 7 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL
 - 7.1 INTRODUCCIÓN. DEFINICIÓN BÁSICA
 - 7.2 CARGAS E HIPÓTESIS CONSIDERADAS
 - 7.3 CARGAS E HIPÓTESIS CONSIDERADAS
 - 7.4 VERIFICACIÓN DE LOS E.L.U.
 - 7.5 VERIFICACIÓN DE LOS E.L.S.
- 8 CÁLCULO PERNOS Y PLACAS DE ANCLAJE
- 9 CÁLCULO DE LAS UNIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA
- 10 CÁLCULO CIMENTACIONES
 - 10.1 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE APOYO
 - 10.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CIMENTACIONES
 - 10.3 ACCIONES SOBRE LAS CIMENTACIONES
 - 10.4 COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y COMBINACIONES
 - 10.5 BASES DE CÁLCULO
 - 10.6 METODOLOGÍA DE CÁLCULO
 - 10.7 RESULTADOS OBTENIDOS
- 11 PRESUPUESTO
- 12 CONCLUSIONES

ANEXOS A LA MEMORIA

- 1 ESFUERZOS EN LAS UNIONES
- 2 COMPROBACIÓN DE LOS CONOS DE ROTURA DEL HORMIGÓN DE LOS PEDESTALES

PLANOS

- 1 PLANO 1.1. – Situación
- 2 PLANO 1.2. – Emplazamiento en el interior de la fábrica
- 3 PLANO 1.3. – Implantación de las instalaciones
- 4 PLANO 2.1. – Estructura metálica del rack en su tramo 1
- 5 PLANO 2.2. – Estructura metálica del rack en su tramo 2
- 6 PLANO 2.3. – Estructura metálica. Detalles de uniones 1
- 7 PLANO 2.4. – Estructura metálica. Detalles de uniones 2
- 8 PLANO 2.5. – Estructura metálica. Detalles de uniones 3
- 9 PLANO 2.6. – Estructura metálica. Detalles de uniones 4
- 10 PLANO 2.7. – Estructura metálica. Notas generales de acero
- 11 PLANO 3.1. – Cimentaciones. Implantación de cimentaciones
- 12 PLANO 3.2. – Cimentaciones. Detalles de zapatas
- 13 PLANO 3.3. – Cimentaciones. Notas generales de hormigón

PLIEGO DE CONDICIONES

- 1 PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS. PLIEGO GENERAL
 - 1.1 PARTE I. DISPOSICIONES GENERALES
 - 1.2 PARTE II. DISPOSICIONES FACULTATIVAS
 - 1.3 PARTE III. DISPOSICIONES ECONÓMICAS
- 2 PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES TÉCNICAS. PLIEGO PARTICULAR
 - 2.1 CONTENIDO DEL PLIEGO
 - 2.2 CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA
 - 2.3 CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS
 - 2.4 ANEJO DE PRODUCTOS CON INFORMACIÓN AMPLIADA DE SUS CARACTERÍSTICAS

PRESUPUESTO

- 1 RESUMEN ECONÓMICO
- 2 CAPÍTULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS
- 3 CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES
- 4 CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA METÁLICA

MEDICIONES

- 1 CAPÍTULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS
- 2 CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES
- 3 CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA METÁLICA

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

- 1 INVENTARIO DE LOS RESIDUOS A GENERAR
- 2 ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS A GENERAR
- 3 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA
- 4 OPERACIONES DESTINADAS A LOS RESIDUOS DE OBRA
 - 4.1. REUTILIZACIÓN
 - 4.2. RECICLAJE
 - 4.3. VALORIZACIÓN
 - 4.4. DESTINO DEL RESTO DE RESIDUOS
- 5 PRESCRIPCIONES SOBRE RESIDUOS
 - 5.1. PRESCRIPCIONES GENERALES
 - 5.2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES
- 6 COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS

PLAN DE CALIDAD

- 1 OBJETO
- 2 ALCANCE
- 3 REFERENCIAS Y NORMATIVA DE APLICACIÓN
- 4 ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL PLAN DE CALIDAD
- 5 ORGANIZACIÓN DE LA CALIDAD. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES
 - 5.1 RESPONSABLE DEL PROYECTO
 - 5.2 JEFE DE OBRA
 - 5.3 RESPONSABLE DE CALIDAD
 - 5.4 TECNICO DE CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE EN OBRA
- 6 CONTROL DE DOCUMENTOS Y REGISTROS
- 7 RECURSOS
 - 7.1 MATERIALES Y SERVICIOS
 - 7.2 RECURSOS HUMANOS
- 8 REQUISITOS
- 9 COMUNICACIONES CON LA PROPIEDAD
- 10 INSPECCIONES Y ENSAYOS
 - 10.1 RELLENOS

- 10.2 HORMIGON ARMADO
- 10.3 ESTRUCTURA METALICA
- 11 PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION
- 12 EQUIPOS DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO
- 13 REGISTROS
- 14 PROPIEDAD DEL CLIENTE
- 15 CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME
- 16 AUDITORÍA
- 17 DOSSIER DE CALIDAD

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 1 OBJETO DE ESTE ESTUDIO
- 2 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO
 - 2.1. TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN
 - 2.2. PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y PERSONAL PREVISTO
 - 2.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS
- 3 NORMATIVA LEGAL
- 4 MEDIOS DE PROTECCIÓN
 - 4.1. PROTECCIONES COLECTIVAS
 - 4.2. PROTECCIONES PERSONALES
- 5 SERVICIO DE PREVENCIÓN
 - 5.1. SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD
 - 5.2. SERVICIO MÉDICO
- 6 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR
- 7 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD
- 8 ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO
- 9 SEGUIMIENTO Y CONTROL
- 10 SEÑALIZACIÓN
 - 10.1. INTRODUCCIÓN
 - 10.2. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO
 - 10.3. COLORES DE SEGURIDAD
 - 10.4. SEÑALES GESTUALES

 - 10.5. EJEMPLOS DE SEÑALES A EMPLEAR
- 11 MEDICIONES Y PRESUPUESTO



Máster Universitario en Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones
por la Universidad Miguel Hernández



TRABAJO FIN DE MÁSTER MEMORIA DE CÁLCULO



DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES



Alumno
Adrián Berdasco Fernández



Director
José Antonio Flores Yepes

Junio de 2019

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 1 de 161

INDICE DE CONTENIDOS

1. ANTECEDENTES	2
2. CODIGOS, NORMAS Y DOCUMENTOS DE APLICACIÓN	4
2.1. CODIGOS Y NORMAS	4
2.2. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA	4
3. MATERIALES	5
4. ACCIONES.....	6
4.1. ACCIONES PERMANENTES	6
4.2. ACCIONES VARIABLES	7
4.3. ACCIONES ACCIDENTALES.....	11
4.4. ACCIONES SÍSMICAS	11
5. COEF. DE SEGURIDAD Y COMBINACIONES EMPLEADAS EN EL CÁLCULO	16
6. BASES DE CÁLCULO.....	17
7. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL.....	18
7.1. INTRODUCCIÓN. DEFINICIÓN BÁSICA.....	18
7.2. CARGAS E HIPÓTESIS CONSIDERADAS.....	45
7.3. CARGAS E HIPÓTESIS CONSIDERADAS.....	56
7.4. VERIFICACIÓN DE LOS E.L.U.....	59
7.5. VERIFICACIÓN DE LOS E.L.S.....	84
8. CÁLCULO PERNOS Y PLACAS DE ANCLAJE	89
9. CÁLCULO DE LAS UNIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA	98
10. CALCULO CIMENTACIONES	149
10.1. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE APOYO.....	149
10.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS CIMENTACIONES	149
10.3. ACCIONES SOBRE LAS CIMENTACIONES	150
10.4. COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y COMBINACIONES	151
10.5. BASES DE CÁLCULO	151
10.6. METODOLOGÍA DE CÁLCULO.....	151
10.7. RESULTADOS OBTENIDOS	152
11. PRESUPUESTO	159
12. CONCLUSIONES.....	160
13. ANEXOS	161
13.1. ESFUERZOS EN LAS UNIONES.....	161
13.2. COMPROBACIÓN CONOS DE ROTURA DEL HORMIGÓN DE LOS PEDESTALES	161

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 2 de 161</p>

1. ANTECEDENTES

El presente documento recoge el cálculo realizado para definir la estructura metálica de un nuevo rack de instalaciones que está previsto instalar en el Departamento de producción de vapor de una Planta Industrial situada en Orihuela (Alicante).

Esta nueva infraestructura queda englobada dentro del proyecto de transición del actual consumo de Fuel Oil de los equipos de la Planta Industrial a consumidores duales de Fuel Oil y Gas Natural.

El gas natural será suministrado a la Planta Industrial mediante un gasoducto desde la estación de medida (EM) de la empresa distribuidora de gas natural y que llevará el gas desde esta instalación en el exterior de las instalaciones hasta la fábrica mediante una nueva línea de gas.

Para el consumo de gas de las distintas unidades de la Planta Industrial, se precisa la regulación de la presión de gas a 16 barg, desde la presión de suministro de la empresa distribuidora de gas (80 barg), por lo que está planteado el diseño de una estación de regulación y medida dentro de las instalaciones de la fábrica.



Desde esta Estación de Regulación y Medida (ERM) se suministrará gas natural a los puntos de consumo dentro de la Planta Industrial mediante las infraestructuras existentes o bien mediante nuevas infraestructuras como es el caso que nos ocupa.

El nuevo rack que se describe en este documento será el encargado de hacer llegar el gaseoducto de acometida a la ERM y servirá de infraestructura de conexión con las existentes de manera que se permita distribuir el gas natural y otros servicios a los diferentes puntos de consumo dentro de la Planta Industrial y hacer llegar los servicios necesarios a la propia ERM.

Los servicios que están previstos que se vayan a instalar en este nuevo rack serían los siguientes:

- 1 tubería de acero de diámetro 16" que es el gaseoducto que llega a la ERM.
- 1 tubería de acero de diámetro 8" que es la tubería de gas que conecta la ERM con uno de los puntos de consumo.
- 1 tubería de acero de diámetro 14" que es la tubería de gas que conecta la ERM con otros 2 puntos de consumo.
- 1 tubería de acero de diámetro 4" de condensado que sale de la ERM.
- 1 tubería de acero de diámetro 6" que da servicio de vapor a la ERM.
- 1 tubería de acero de diámetro 2" que da suministro de aire a los instrumentos de la ERM.
- 1 canaleta de acero que da suministro eléctrico a la ERM.

El nuevo rack estará formado por dos tramos independientes de 42 m y 42,20 m respectivamente, enmarcados por dos alineaciones longitudinales 1 y 2, cuya distancia entre ejes es de 5 m. El tramo 1 consta de 6 pórticos transversales con una distancia entre ellos de 6 m a excepción del primer tramo que tiene una distancia de 18 m para permitir el salto sobre una carretera existente. Por su parte el tramo 2 consta de 5 pórticos con una distancia entre ellos de 5 m, a excepción del segundo tramo que tiene una distancia de 22,20 m para permitir el salto sobre el camino de acceso al aparcamiento existente.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 3 de 161</p>

Todos los pórticos indicados anteriormente presentan una altura de pilares de aproximadamente 9,10 m, con un nivel de apoyo de las instalaciones en la parte superior mediante vigas transversales uniendo los pilares y el cordón superior de la celosía.

Los pórticos del rack se diseñan empotrados en la cimentación correspondiente, contando con la resistencia y rigidez suficiente para soportar las cargas que reciben y limitar los movimientos máximos del conjunto en sentido transversal y se configuran de la siguiente manera:

- Pórticos A y B: pilares HEB-240 y dinteles HEB-180 de apoyo de las instalaciones.
- Pórticos C, D, E, F, G, J, K y L: pilares HEB-180 y dinteles HEA-180 de apoyo de las instalaciones.
- Pórticos H e I: pilares HEB-260 y dinteles HEB-180 de apoyo de las instalaciones.

En las zonas de salto de carretera se disponen longitudinalmente vigas en celosía con vigas transversales de apoyo de las instalaciones a nivel de cordón superior cada 3 m en el rack del tramo 1 y cada 3.70 m en el rack del tramo 2. Así mismo estas zonas de salto de carretera dispondrán ambos tramos de una viga transversal a nivel de cordón inferior para limitar la longitud de pandeo del cordón inferior de la viga en celosía a la mitad de su vano.



Las vigas en celosía del primer tramo estarán formadas por cordones superior e inferior de perfil HEB-180, montantes de perfil HEA-120 y diagonales de angular L80.8, formando una viga en celosía tipo Pratt de canto 1,40 m. Por su parte las vigas en celosía del segundo tramo estarán formadas por cordones superior e inferior de perfil HEB-220, montantes de perfil HEA-120 y diagonales de angular L80.10, formando una viga en celosía tipo Pratt de canto 1,80 m.

En ambas celosías se ha buscado una relación de longitud-canto de la viga en celosía de aproximadamente $L/12$, que es una relación recomendada para optimizar estructuralmente este tipo de vigas en celosía.

Para asegurar un comportamiento en conjunto de la estructura en sentido longitudinal, así como para garantizar que los desplazamientos y desplomes se encuentran por debajo de los máximos permitidos, se dispondrán arriostramientos horizontales en V invertida en la parte superior de las zonas de paso de carretera y de arriostramientos verticales en V invertida entre los pórticos 3º y 4º del primer tramo de rack y entre los pórticos 4º y 5º del segundo tramo de rack. Tanto los arriostrados verticales como los horizontales indicados anteriormente se ejecutarán con medio perfil HEA 200.

Longitudinalmente se han dispuesto entre los diferentes pórticos vigas de atado de perfil HEA-160.

Los pilares de la estructura metálica descrita anteriormente quedarán cimentados mediante zapatas superficiales aisladas o combinadas de hormigón armado. De las zapatas sobresaldrán pedestales de hormigón armado que harán de elemento de unión con la estructura metálica mediante los correspondientes pernos y placas de anclaje. Los pedestales tendrán la altura suficiente como para quedar elevados con respecto a la rasante del terreno existente 150 mm.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 4 de 161

2. CODIGOS, NORMAS Y DOCUMENTOS DE APLICACIÓN

2.1. CODIGOS Y NORMAS

CTE-DB SE	Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural.
CTE-DB SE-A	Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acero.
CTE-DB SE-AE	Código Técnico de la Edificación. Documento Básico. Seguridad Estructural. Acciones en la edificación.
Eurocódigo 1	Acciones en estructuras
Eurocódigo 3	Proyecto de Estructuras de Acero
EAE-11	Instrucción de Acero Estructural
NCSE-02	Norma de Construcción Sismorresistente. Parte General y Edificación
PIP STC01015	Structural Design Criteria de las Process Industry Practices

2.2. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Plano 1.1	Situación y emplazamiento
Plano 1.2	Implantación instalaciones
Plano 2.1	Estructura metálica rack tramo 1
Plano 2.2	Estructura metálica rack tramo 2
Plano 2.3	Estructura metálica. Detalles de uniones 1
Plano 2.4	Estructura metálica. Detalles de uniones 2
Plano 2.5	Estructura metálica. Detalles de uniones 3
Plano 2.6	Estructura metálica. Detalles de uniones 4
Plano 2.7	Estructura metálica. Notas generales de acero

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 5 de 161

3. MATERIALES

Estructura metálica:

Para todas las estructuras se considera acero de tipo S 275 JR según UNE-EN 10025, cuyos valores del límite elástico mínimo (f_y) y resistencia a tracción (f_u) en función del espesor (t), de acuerdo con la EAE-11, resultan:

Tabla 27.1.d
Límite elástico mínimo y resistencia a tracción (N/mm²)

Tipo	Espesor nominal t (mm)			
	$t \leq 40$		$40 < t \leq 80$	
	f_y	f_u	f_y	f_u
S 235	235	$360 < f_u < 510$	215	$360 < f_u < 510$
S 275	275	$430 < f_u < 580$	255	$410 < f_u < 560$
S 355	355	$490 < f_u < 680$	335	$470 < f_u < 630$

Elementos de unión:



Para las uniones atornilladas para la estructura se considerarán tornillos de alta resistencia de calidad 10.9, cuyo límite elástico mínimo es de 900 MPa y tensión de rotura superior a 1.000 MPa.

Tabla 58.1

Valores nominales del límite elástico f_{yb}
y de la resistencia a tracción f_{ub} de los tornillos

Grado de tornillo	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} , N/mm ²	240	300	480	640	900
f_{ub} , N/mm ²	400	500	600	800	1.000

Para las uniones soldadas el material de aporte tendrá siempre como mínimo unas propiedades mecánicas iguales al material de los elementos a unir.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 6 de 161

4. ACCIONES

4.1. ACCIONES PERMANENTES

Se refiere a los pesos de los elementos que constituyen la obra, y se supone que actúan en todo momento durante la vida útil de la estructura, siendo constantes en magnitud y posición y cuya variación en el tiempo es despreciable. Están formadas por el peso propio y la carga muerta.

- Peso propio:

La carga se deduce de la geometría teórica de las estructuras, considerando los siguientes valores de los pesos específicos:

Acero: 77,0 kN/m³

- Cargas muertas:

Son las debidas a los elementos no resistentes que se apoyan en la estructura y su valor es:

- Peso de las tuberías considerando un grupo de tuberías con un diámetro medio de 8" apoyando en la misma viga: 0,80 kN/m².

Este valor se obtiene de los Criterios de Diseño Estructural del Process Industry Practices (PIP) que indica lo siguiente para estructuras como la que se está analizando:



- b. Empty dead load (D_e): For checking uplift and components controlled by minimum loading, 40% to 60% of the estimated operating dead load (D_o) shall be used as determined by engineering judgment for load combinations that include wind load or earthquake load. Empty dead load shall not be included for unutilized portions of piping levels.

El anterior valor de carga se encuentra del lado de la seguridad para las tuberías y bandeja eléctrica que se van a instalar en este proyecto ya que el valor de sus cargas sería el siguiente, por ejemplo para los pórticos del tramo 2 del rack que tienen 5 m de ancho tributado y que es la zona del rack más cargada:

- 1 tubería de acero de diámetro 14": 94,31 Kg/m x 5 m = 471,55 Kg.
- 1 tubería de acero de diámetro 4": 16,06 Kg/m x 5 m = 80,30 Kg.
- 1 tubería de acero de diámetro 6": 28,23 Kg/m x 5 m = 141,15 Kg.
- 1 tubería de acero de diámetro 2": 5,44 Kg/m x 5 m = 27,20 Kg.
- 1 canaleta alimentación eléctrica: 15,9 Kg/m x 5 m = 79,50 Kg.

El peso total de los servicios que van por el rack sería de 799,70 Kg, aproximadamente 8 kN que son inferiores a los 0,80 kN/m² x 5 m x 5 m = 20 kN considerados en el cálculo.

Se adopta la anterior situación en previsión de futuras ampliaciones de servicios que pudiera requerir el rack.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 7 de 161</p>

4.2. ACCIONES VARIABLES

Son acciones que previsiblemente van a actuar durante la vida útil de la estructura y cuya variación no es despreciable en magnitud.

4.2.1. OPERACIÓN DE LAS TUBERÍAS

Son las cargas debidas al fluido en el interior de las tuberías y considerando un diámetro medio de tuberías de 8" apoyando en la misma viga se considerará una carga de 1,20 kN/m², que sería a sumar a la carga muerta de tubería ya indicada anteriormente.

Este valor se obtiene de los Criterios de Diseño Estructural del Process Industry Practices (PIP) que indica lo siguiente para estructuras como la que se está analizando:

1. Unless more determinate load information is available and requires otherwise, dead loads for piping on pipe racks shall be estimated as follows:
 - a. Operating dead load (D_o): A uniformly distributed load of 20 psf (1.0 kN/m²) to 60 psf (3.0 kN/m²) as determined by engineering judgment for piping, product, valves, fittings, and insulation based on the average size of piping on each level.

Comment: A uniformly distributed load of 40 psf (2.0 kN/m²) is equivalent to NPS 8 (DN 200) STD pipes, full of water, at 15-inch (375-mm) spacing.

El anterior valor de carga se encuentra del lado de la seguridad para las tuberías y bandeja eléctrica que se van a instalar en este proyecto ya que el valor de sus cargas sería el siguiente, por ejemplo para los pórticos del tramo 2 del rack que tienen 5 m de ancho tributado y que es la zona del rack más cargada:

- 1 tubería de acero de diámetro 14": $\pi/4 \times (0,33 \text{ m})^2 \times 10 \text{ kN/m}^3 \times 5 \text{ m} = 4,28 \text{ kN}$.
- 1 tubería de acero de diámetro 4": $\pi/4 \times (0,10 \text{ m})^2 \times 10 \text{ kN/m}^3 \times 5 \text{ m} = 0,39 \text{ kN}$.
- 1 tubería de acero de diámetro 6": $\pi/4 \times (0,15 \text{ m})^2 \times 10 \text{ kN/m}^3 \times 5 \text{ m} = 0,88 \text{ kN}$.
- 1 tubería de acero de diámetro 2": $\pi/4 \times (0,05 \text{ m})^2 \times 10 \text{ kN/m}^3 \times 5 \text{ m} = 0,10 \text{ kN}$.
- 1 canaleta alimentación eléctrica: $1,80 \text{ kN/m} \times 5 \text{ m} = 9,00 \text{ kN}$.

El peso total de los servicios que van por el rack sería de 14,65 kN que son inferiores a los $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 5 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 30 \text{ kN}$ considerados en el cálculo.



Se adopta la anterior situación en previsión de futuras ampliaciones de servicios que pudiera requerir el rack.

4.2.2. FUERZAS DE ROZAMIENTO LONGITUDINALES

En el diseño de cada viga de soporte de tuberías, se asume una carga del 20% del peso total de las tuberías en operación debido al deslizamiento ejercido por la dilatación o contracción de las tuberías, bien por fenómenos exteriores o debido al propio fluido a transportar.

Con un peso en operación de 2 kN/m² el valor de esta fuerza de rozamiento sería de 0,40 kN/m².

Este valor se obtiene de los Criterios de Diseño Estructural del Process Industry Practices (PIP) que indica lo siguiente para estructuras como la que se está analizando:

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 8 de 161

4.1.7.7 Because of uneven thermal strain in pipes at any given time, friction forces of individual pipes shall be assumed to be partially resisted by adjacent pipes on the same piping level. The nominal unbalanced friction load acting in the longitudinal direction on the piping level can be estimated as a percentage of the total pipe weight tributary to that piping level according to the number of pipes on the piping level as shown in Table 3.

Table 3 - Friction Load Based on Number of Pipes

Number of Pipes on Piping Level	Friction Load as a Percentage of Total Piping Weight
1	40%
2 or 3	30%
4 to 6	20%
>6	10%

4.2.3. VIGAS DE ATADAO

Cada viga de atado se va a dimensionar, además de para las cargas propias del cálculo estructural, para una carga puntual en el centro de su vano de 10 kN, para que tengan cierta resistencia a flexión en previsión de posibles cargas no previstas en estos elementos.

Estas cargas se considerarán como dimensionadoras de estos elementos pero no se considerarán en el diseño global de la estructura del rack.

4.2.4. NIEVE

Se considera despreciable la acción de la nieve en la estructura de este proyecto.

4.2.5. VIENTO

Teniendo en cuenta lo recogido en el DB-SE-AE, el valor de la acción viento puede obtenerse a partir de la expresión:

$$F_w = [1/2 \cdot \delta \cdot v_b^2(T)] \cdot c_e(z) \cdot c_p \cdot A_{ref}$$



Siendo:

- F_w : empuje horizontal del viento (N)
- $1/2 \cdot \delta \cdot v_b^2(T)$: presión de la velocidad básica del viento (q_b), en N/m²
- δ : densidad del aire, que se tomará igual a 1,25 kg/m³
- $v_b(T)$: velocidad básica del viento (m/s) para un periodo de retorno T
- c_p : coeficiente de presión del elemento considerado
- A_{ref} : Área de referencia, obtenida como la proyección del área sólida expuesta sobre el plano perpendicular a la dirección del viento (m²)
- $c_e(z)$: Coeficiente de exposición en función de la altura z del punto considerado que se obtiene de la siguiente fórmula:

$$c_e(z) = k^2 \cdot \ln^2(\max(z, Z)/L) + 7 \cdot k^2 \cdot \ln(\max(z, Z)/L)$$

Dónde:

- z: altura del punto de aplicación del empuje respecto del terreno
- k, L, Z coeficientes que dependen del tipo de entorno donde se ubica la estructura.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 9 de 161</p>

En el caso analizado se considera que la estructura se ubica en un entorno tipo IV (zona urbana en general, industrial o forestal), adoptando los coeficientes k , L , Z y F unos valores de 0,22, 0,3 m, 5 m y 0.75 para una altura de 9 m y unos valores de 0,22, 0,3 m, 5 m y 0.62 para una altura de 4.5 m, respectivamente, por lo que, aplicando la ley expuesta previamente, para la máxima altura correspondientes al nivel superior de apoyo (9 metros) y para la altura media correspondiente al punto medio de los pilares (4.50 metros), el valor obtenido para el coeficiente de exposición resultan ser de 1.71 y 1.34 respectivamente. Se considerará, del lado de la seguridad, el valor del coeficiente de exposición de 1.71 para todos los elementos de apoyo que se encuentre en la mitad superior de la estructura y el valor del coeficiente de exposición de 1.34 para todos los elementos de apoyo que se encuentre en la mitad inferior de la estructura.

Por otro lado, el valor de la velocidad de viento para un periodo de retorno de 50 años es de 27 m/s, según el mapa incluido el DB-SE-AE. De esta forma, el valor de la presión de la velocidad básica del viento alcanza un valor de:

$$q_b(50) = 1/2 \cdot 1,25 \cdot 27^2 = 455 \text{ N/m}^2 = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

Finalmente, el valor de los coeficientes de presión sobre las tuberías y elementos estructurales se va a obtener a partir de las figuras y tablas contenidas en el Eurocódigo 1:

- Tuberías:

Para superficies cilíndricas se toma un coeficiente eólico global de 0.8 según Eurocódigo 1 1991-1-4.

- Estructuras abiertas:

El cálculo del viento sobre estructuras abiertas se realizará según Eurocódigo 1 1991-1-4 para elementos estructurales con bordes cortantes (IPE, HEB, HEA, HEM, UPN, etc.).



Calculándose el coeficiente de fuerza según el apartado 7.7 de esta normativa.

7.7 Elementos estructurales con sección de bordes vivos

(1) El coeficiente de fuerza c_f para elementos estructurales con sección de bordes vivos (por ejemplo, elementos con sección transversal como las mostradas en la figura 7.25) se debería determinar mediante la expresión (7.11).

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda \quad (7.11)$$

ψ_λ es el factor del efecto cola (véase el apartado 7.13).

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 10 de 161</p>

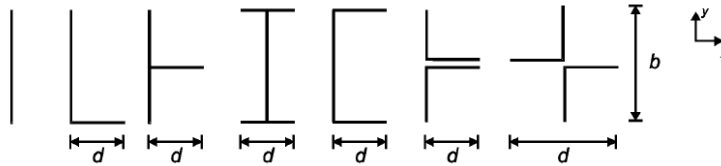


Fig. 7.25 – Secciones estructurales con bordes vivos

NOTA 1 – El anexo nacional puede especificar los valores de c_{t0} . En aquellos elementos con flujo libre de cola, el valor recomendado es 2,0. Este valor está basado en medidas en condiciones de baja turbulencia. Se supone que es un valor seguro.

NOTA 2 – La expresión (7.11) y la figura 7.25 pueden también emplearse en edificios con $h/d > 5,0$.

(2) Las áreas de referencia (véase la figura 7.25), se deberían tomar como sigue:

$$\begin{aligned} \text{en la dirección } x: \quad A_{\text{ref},x} &= \ell \cdot b \\ \text{en la dirección } y: \quad A_{\text{ref},y} &= \ell \cdot d \end{aligned} \tag{7.12}$$

donde

ℓ es la longitud del elemento estructural considerado.

(3) En todos los casos, la altura de referencia z_e se debería tomar como la altura máxima sobre el terreno de la sección considerada.

Por lo tanto se va a considerar un coeficiente de fuerza igual a 2, al ser el valor que recomienda esta normativa.

Al cálculo de la acción del viento sobre elementos estructurales como los indicados, se puede aplicar un factor de reducción en función de la esbeltez del elemento considerado, tal como se puede ver en la siguiente tabla:

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 11 de 161

Tabla 7.16
Valores recomendados de λ para cilindros, secciones poligonales, secciones rectangulares, secciones estructurales con bordes vivos y estructuras de celosía

No.	Posición de la estructura Dirección del viento normal al plano de la hoja	Esbeltez efectiva λ
1		En secciones poligonales, rectangulares, con bordes vivos y estructuras de celosía: si $\ell \geq 50$ m, el menor valor de $\lambda = 1,4 \ell/b$ o $\lambda = 70$ si $\ell < 15$ m, el menor valor de $\lambda = 2 \ell/b$ o $\lambda = 70$
2		En cilindros circulares: si $\ell \geq 50$, el menor valor de $\lambda = 0,7 \ell/b$ o $\lambda = 70$, si $\ell < 15$ m, el menor valor de $\lambda = \ell/b$ o $\lambda = 70$,
3		Para valores intermedios de ℓ , se debería utilizar la interpolación lineal
4		si $\ell \geq 50$ m, el mayor valor de $\lambda = 0,7 \ell/b$ o $\lambda = 70$, si $\ell < 15$ m, el mayor valor de $\lambda = \ell/b$ o $\lambda = 70$ Para valores intermedios de ℓ , se debería utilizar la interpolación lineal

De esta manera se tendrían las siguientes cargas de viento:

PRESIONES DEL VIENTO				
Viento longitudinal				
	Presión básica (KN/m ²)	Ce	Cpe	Presión/Succión (KN/m ²)
Presión tuberías	0.45	1.71	0.00	0.00
Presión estructuras cota +9.00	0.45	1.71	2.00	1.54
Presión estructuras cota +4.50	0.45	1.34	2.00	1.21
Viento transversal				
	Presión básica (KN/m ²)	Ce	Cpe	Presión/Succión (KN/m ²)
Presión tuberías	0.45	1.71	0.80	0.62
Presión estructuras cota +9.00	0.45	1.71	2.00	1.54
Presión estructuras cota +4.50	0.45	1.34	2.00	1.21

4.3. ACCIONES ACCIDENTALES

No resultan de aplicación acciones accidentales para el cálculo.

4.4. ACCIONES SÍSMICAS

En relación a la consideración de la acción sísmica, según lo expuesto en el apartado 1.2.3 de la NCSE-02, no será necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las construcciones de importancia moderada ni en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento a_b sea inferior a $0,04 \cdot g$, siendo "g" el valor de la aceleración de la gravedad.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 12 de 161

La aceleración sísmica horizontal básica es el valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno correspondiente a un período de retorno de 500 años, y depende de la localización geográfica del punto dentro del territorio nacional y se expresa en relación al valor de la aceleración de la gravedad. Se recoge gráficamente en el mapa de peligrosidad sísmica adjunto y por municipios, para aquellos cuya $a_b \geq 0,04 g$, en el Anejo 1 de la NCSE-02.

Si se cataloga nuestro edificio de importancia normal y de acuerdo con el Anejo 1, para el emplazamiento correspondiente al presente estudio el valor de la aceleración sísmica básica adopta un valor de $0,16 \cdot g$, habrá que tener en cuenta la acción sísmica en la verificación de la estructura del rack.

Municipio	a_b/g	K
Orihuela	0,16	(1,0)
Orxeta	0,09	(1,0)
Parcent	0,07	(1,0)
Pedreguer	0,06	(1,0)
Pego	0,07	(1,0)
Penàguila	0,07	(1,0)
Petrer	0,09	(1,0)
Pilar de la Horadada	0,12	(1,0)
Pinoso	0,09	(1,0)
Planes	0,07	(1,0)
Poblets, Els	0,06	(1,0)
Polop	0,08	(1,0)

- Cálculo de la aceleración sísmica de cálculo

La aceleración sísmica de cálculo se define como el producto:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

donde:

a_b Aceleración sísmica básica definida en 2.1.

ρ Coeficiente adimensional de riesgo, función de la probabilidad aceptable de que se exceda a_c en el período de vida para el que se proyecta la construcción. Toma los siguientes valores:

- construcciones de importancia normal $\rho = 1,0$.
- construcciones de importancia especial $\rho = 1,3$.



S Coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor:

- Para $\rho \cdot a_b \leq 0,1g$

$$S = \frac{C}{1,25}$$

- Para $0,1g < \rho \cdot a_b < 0,4g$

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 13 de 161

— Para $0,4g \leq \rho \cdot a_b$

$$S = 1,0$$

siendo:

C Coeficiente de terreno. Depende de las características geotécnicas del terreno de cimentación y se detalla en el apartado 2.4.

Con:

- $ab / g = 0.16$
- Coeficiente de riesgo $\rho = 1$ (construcción de importancia normal)
- Coeficiente del terreno, $C = 1.6$

Para la obtención del coeficiente del terreno, C, suponemos un suelo granular de compactidad media:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750$ m/s.
- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400$ m/s.
- Terreno tipo III: Suelo granular de compactidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200$ m/s.
- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s \leq 200$ m/s.

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna el valor del coeficiente C indicado en la tabla 2.1.

TABLA 2.1.
Coeficientes del terreno

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Con estos datos se obtiene un coeficiente de ampliación del terreno de, $S = 1.22$ y una aceleración sísmica de cálculo, $a_c = 0.20 \cdot g$

- Valores del coeficiente de respuesta β

De la tabla 3.1 de la NCSE-02 obtenemos los valores del coeficiente de respuesta β , en función del tipo de estructura, de la compartimentación de las plantas, del amortiguamiento Ω y del coeficiente de comportamiento por ductilidad. Obteniéndose los valores indicados en el cuadro inferior.

TABLA 3.1.
Valores del coeficiente de respuesta β

Tipo de estructura	Compartimentación de las plantas	Ω (%)	Coeficiente de comportamiento por ductilidad			Sin ductilidad ($\mu = 1$)
			$\mu = 4$	$\mu = 3$	$\mu = 2$	
Hormigón armado o acero laminado	Diáfana	4	0,27	0,36	0,55	1,09
	Compartimentada	5	0,25	0,33	0,50	1,00
Muros y tipo similares	Compartimentada	6	—	—	0,46	0,93

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 14 de 161

- Espectro de respuesta elástica

La norma establece un espectro normalizado de respuesta elástica en la superficie libre del terreno para aceleraciones horizontales, correspondiente a un oscilador lineal simple con un amortiguamiento de referencia del 5% respecto al crítico, definido por los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \text{Si } T < T_A & \quad \alpha(T) = 1 + 1,5 \cdot T/T_A \\ \text{Si } T_A \leq T \leq T_B & \quad \alpha(T) = 2,5 \\ \text{Si } T > T_B & \quad \alpha(T) = K \cdot C/T \end{aligned}$$

siendo:

$\alpha(T)$ Valor del espectro normalizado de respuesta elástica.
 T Período propio del oscilador en segundos.
 K Coeficiente de contribución, referido en 2.1.
 C Coeficiente del terreno, que tiene en cuenta las características geotécnicas del terreno de cimentación y se detalla en el apartado 2.4.

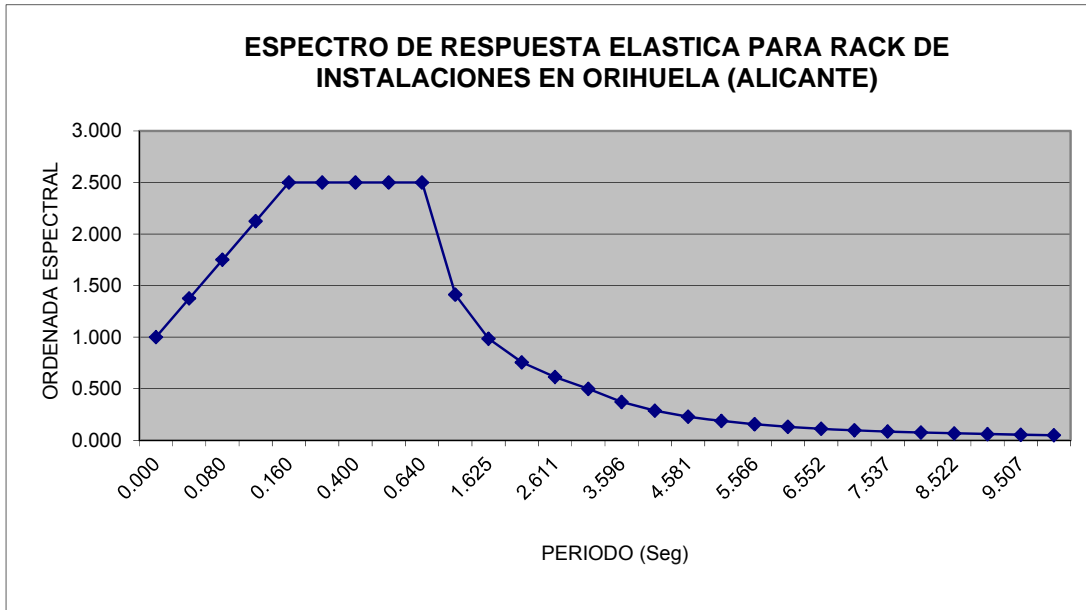
Siendo T_A y T_B los periodos característicos del espectro de respuesta y de valores:

$$\begin{aligned} T_A &= K \cdot C/10 \\ T_B &= K \cdot C/2,5 \end{aligned}$$

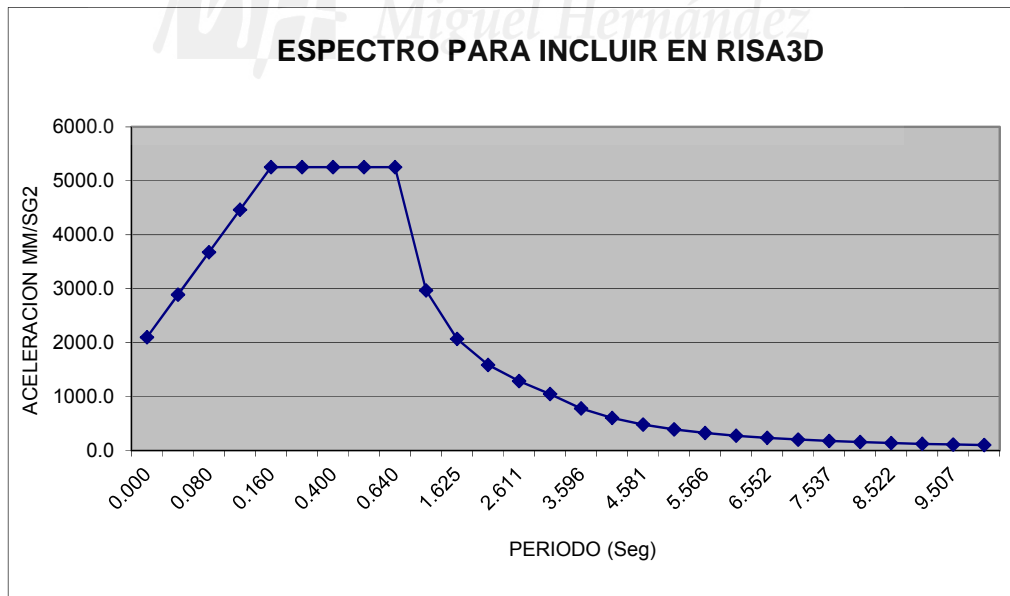
Se adjunta a continuación un resumen de los valores y datos considerados, así como del espectro de respuesta elástica que se va a considerar:



DATOS GENERALES			
Aceleración Sísmica Básica	(ab/g)		0.16
Coefficiente de riesgo	($\rho=1$ Normal $\rho=1.3$ Especial)		1.00
Coefficiente del terreno (Tabla 2.1 NCSE 02)	C		1.60
Coefficiente de amplificación del terreno	S		1.22
Aceleración Sísmica de Cálculo	(ac/g)= $\rho \cdot (ab/g) \cdot S$		0.196
Factor de amortiguamiento	Ω (Normal 5%)		4.00 %
Factor de modificación del espectro	$v=(5/\Omega)^{0.4}$		1.09
Coefficiente de comportamiento por ductilidad	μ (Tabla 3.1)		1.00
Coefficiente de respuesta	$\beta=v/\mu$		1.09
ESPECTRO ELASTICO DE RESPUESTA			
Coefficiente de contribución	K		1.00
$T_a=K \cdot C/10$	T_a		0.160 s
$T_b=K \cdot C/2.5$	T_b		0.640 s

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 15 de 161</p>



Como en el programa de cálculo empleado para calcular la estructura y la cimentación se solicita en la barra de ordenadas la aceleración en mm/seg^2 , transformamos el espectro en el siguiente:





	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 16 de 161</p>

5. COEF. DE SEGURIDAD Y COMBINACIONES EMPLEADAS EN EL CÁLCULO

Se aplicarán los coeficientes parciales de seguridad y combinaciones previstas en el DB-SE del Código Técnico de la Edificación y en la EAE-11.



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 17 de 161</p>

6. BASES DE CÁLCULO

Para justificar la seguridad de la estructura objeto de este documento y su aptitud en servicio, se utilizará el método de los Estados Límite, tomando en consideración particularmente lo establecido en la Instrucción de Acero Estructural EAE-11.



Como método de cálculo de la estructura se ha realizado un análisis global mediante un cálculo de segundo orden que permite el software empleado, despreciándose el valor de los efectos de las imperfecciones geométricas equivalentes, ya que para la configuración de esta estructura se consideran despreciables.

En lo relativo a las deformaciones admisibles, se han considerado los siguientes valores máximos de flecha:

- Vigas con vanos mayores de 5,0 metros: $L/400$
- Vigas con vanos hasta 5,0 metros: $L/300$

Para la deformación horizontal se considerará un desplome máximo equivalente a $H/250$.



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 18 de 161</p>

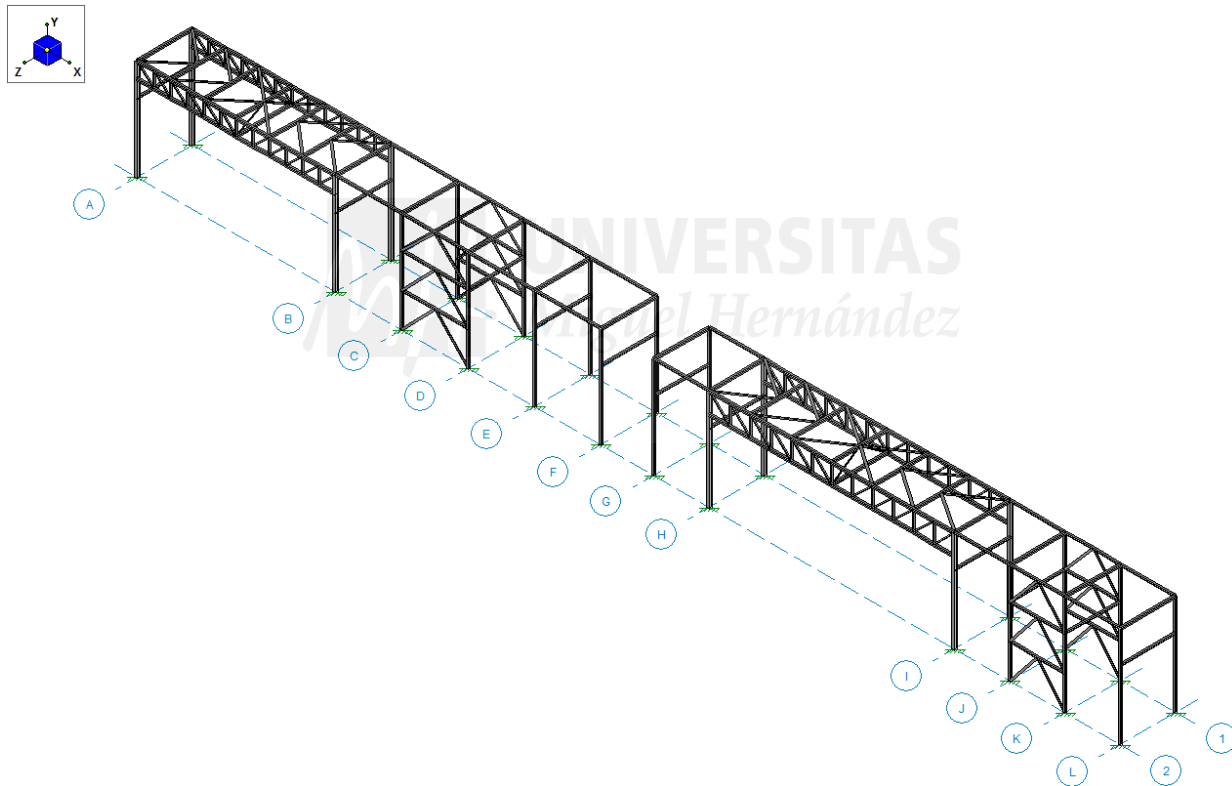
7. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL



7.1. INTRODUCCIÓN. DEFINICIÓN BÁSICA

El cálculo de la estructura se ha realizado empleando el software RISA 3D en su versión 17.0.1. Este programa permite el análisis de estructuras de barras y láminas permitiendo el análisis y comprobación de estructuras de acuerdo al Eurocódigo 2, permitiendo asimismo el diseño de uniones, constituyendo una herramienta idónea para el análisis de estructuras como la proyectada.

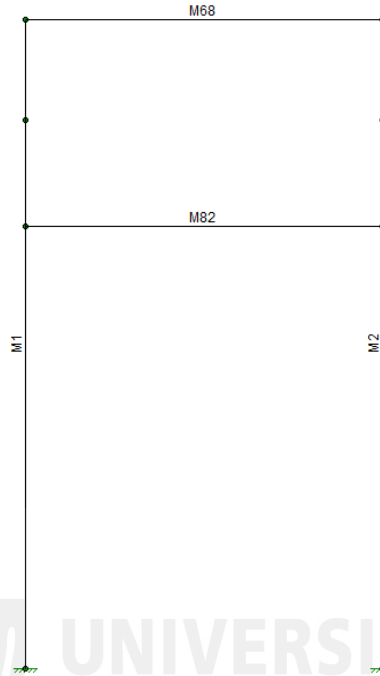
Para analizar la estructura principal se ha generado un modelo tridimensional que incluye los pórticos que conforman el rack, junto con las vigas longitudinales y arriostramientos correspondientes.

En la siguiente imagen se muestran varias imágenes de la estructura introducida en el programa junto con sendos croquis de las dimensiones y perfiles asignados.

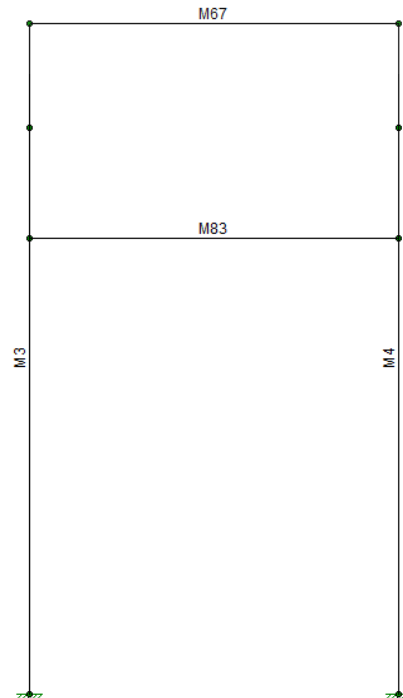




	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p>MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 19 de 161</p>

- Pórtico A:

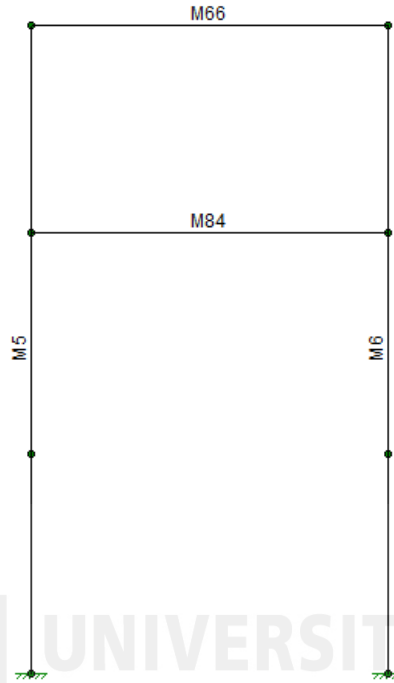


- Pórtico B:

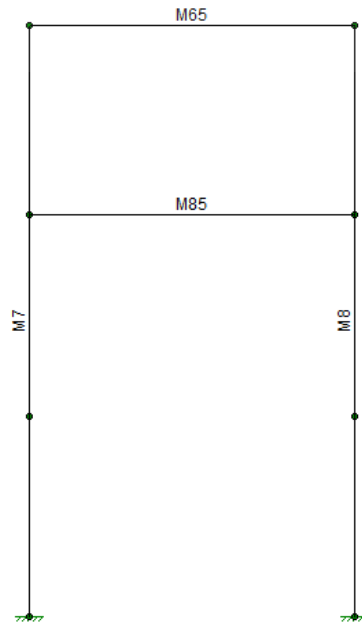




	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p>MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 20 de 161</p>

- Pórtico C:

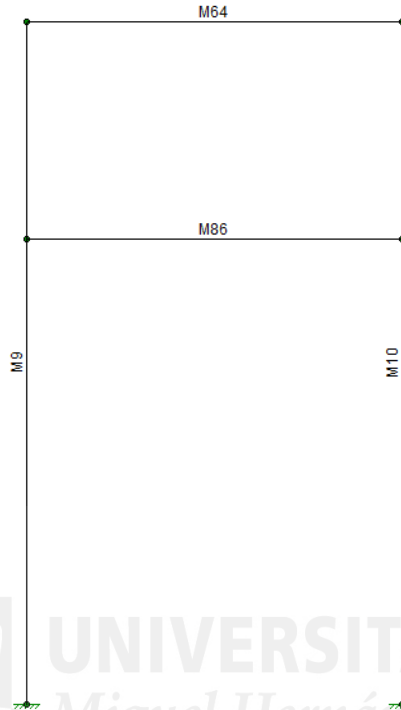


- Pórtico D:

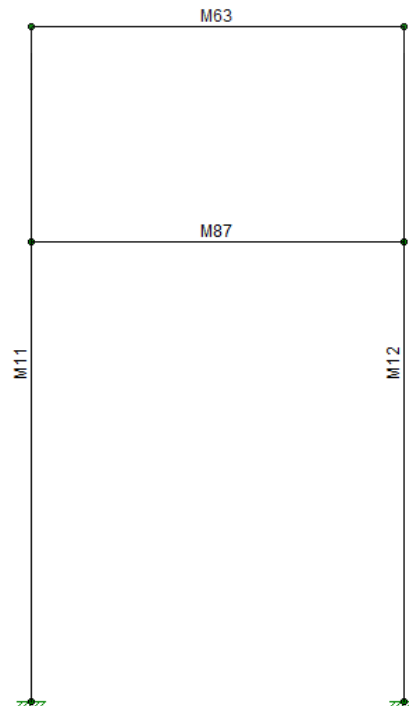




	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 21 de 161</p>

- Pórtico E:

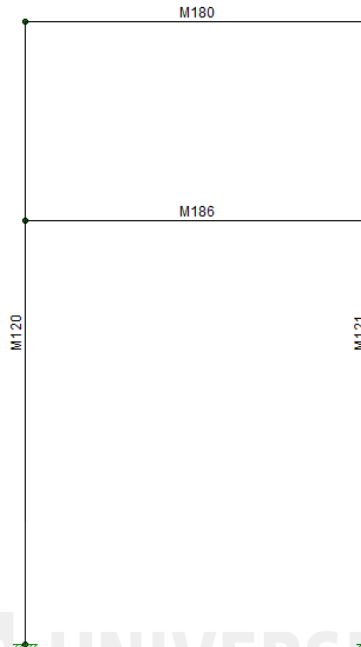


- Pórtico F:

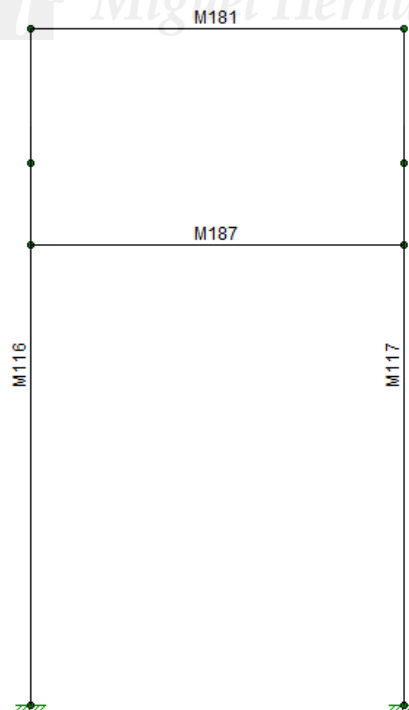




	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 22 de 161</p>

- Pórtico G:

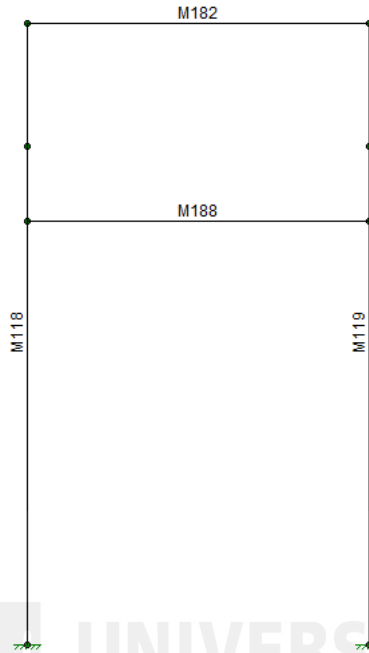


- Pórtico H:

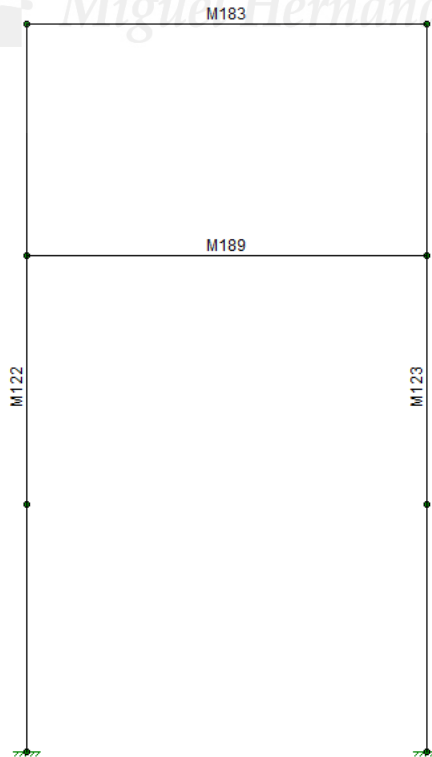




	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p>MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 23 de 161</p>

- Pórtico I:

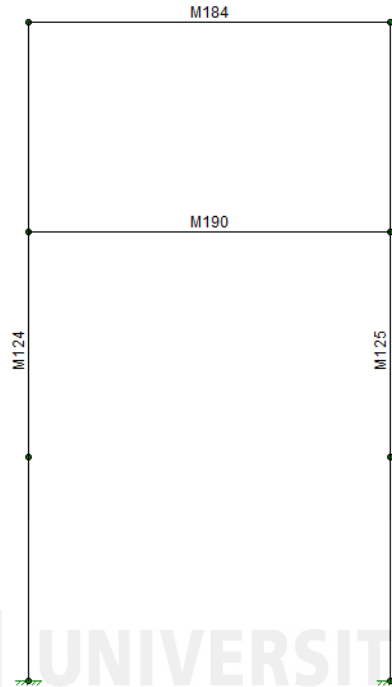


- Pórtico J:

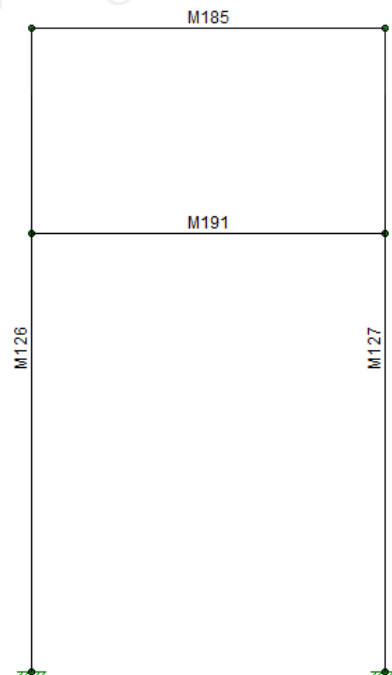




	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 24 de 161</p>

- Pórtico K:

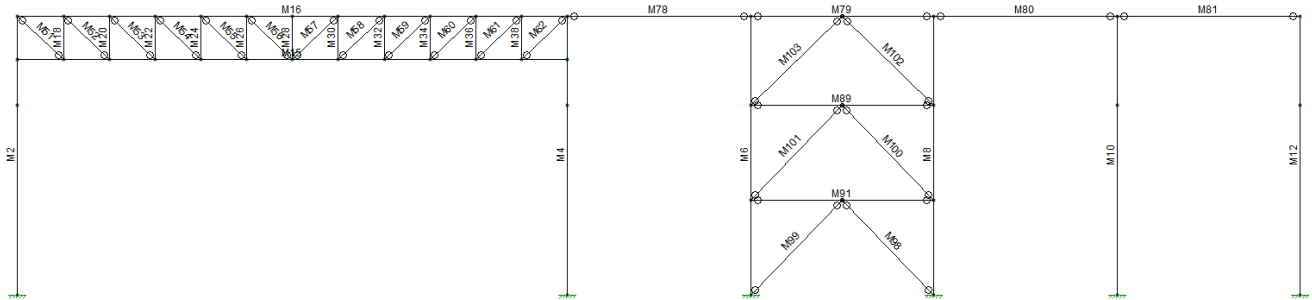


- Pórtico L:

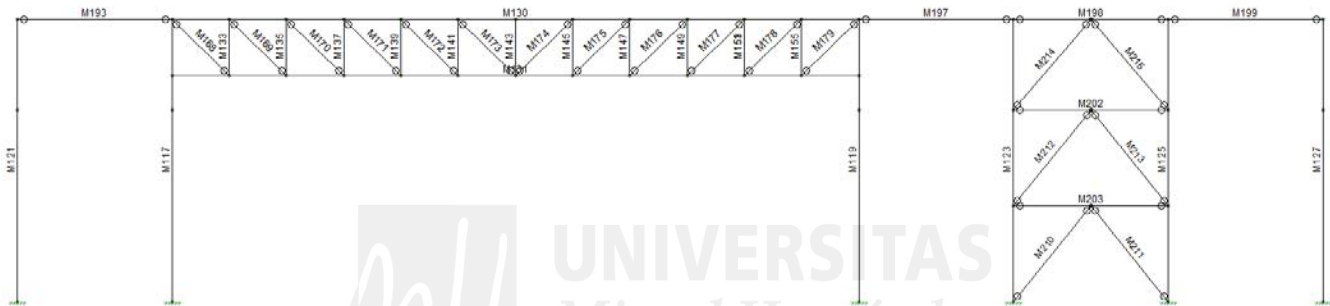


	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 25 de 161

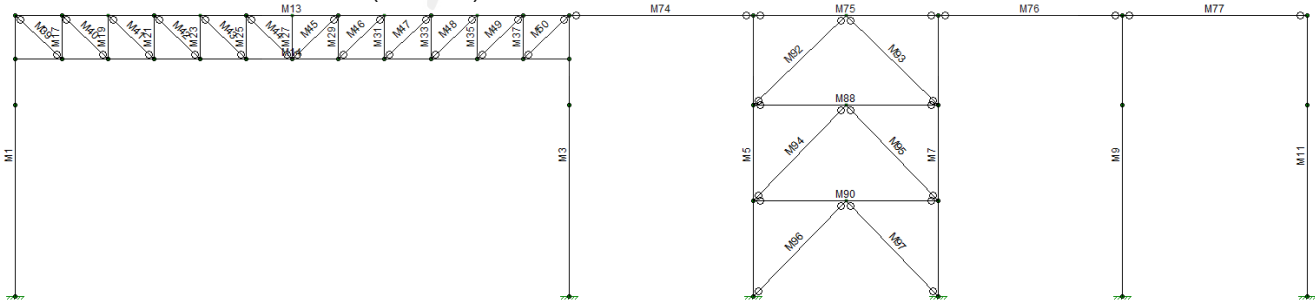
- Alineación 1 (Tramo 1):



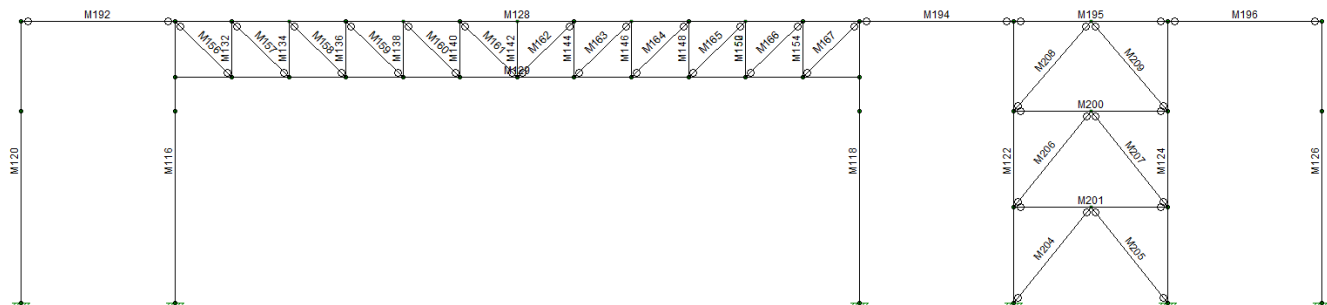
- Alineación 1 (Tramo 2):



- Alineación 2 (Tramo 1):

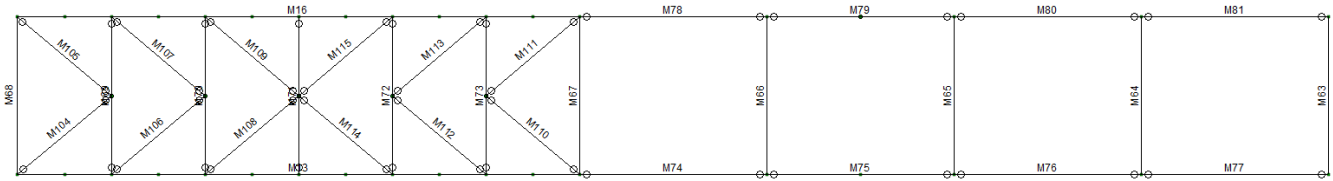


- Alineación 2 (Tramo 2):

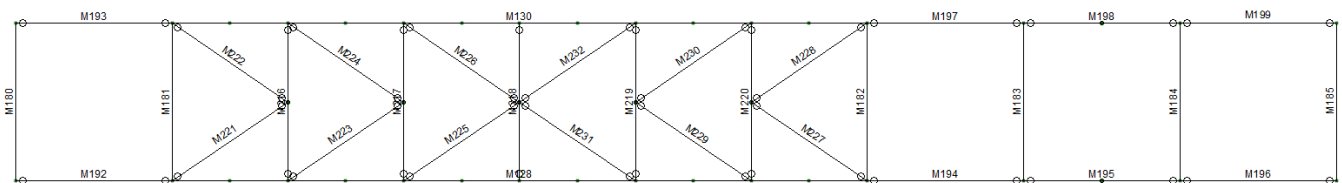


	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 26 de 161</p>

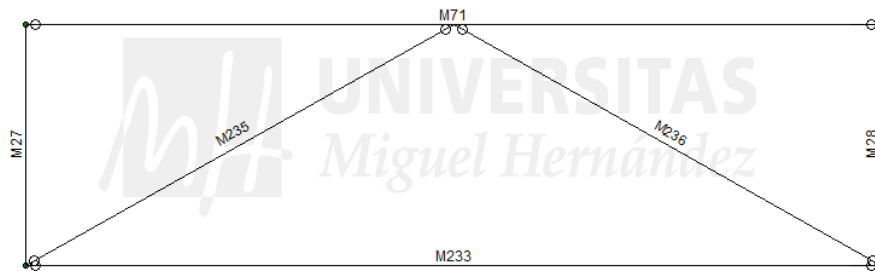
- Nivel superior (Tramo 1):



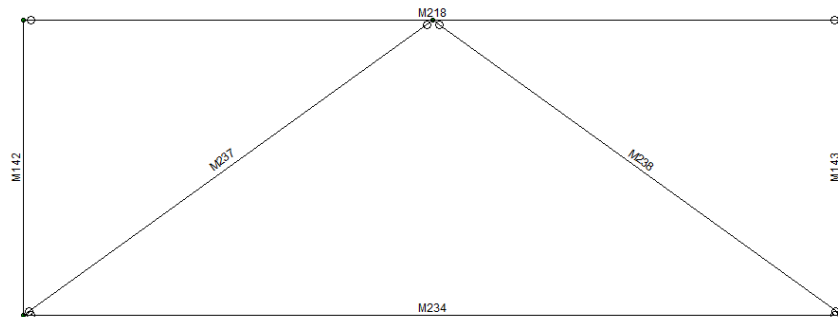
- Nivel superior (Tramo 2):



- Arriostrado cordón inferior vigas en celosía del tramo 1:





- Arriostrado cordón inferior vigas en celosía del tramo 2:



Para la definición de los coeficientes de pandeo necesarios para el cálculo se han realizado las siguientes consideraciones:



- Se realiza un análisis en segundo orden por lo que se consideran para cada elemento las longitudes arriostradas en su plano y en su plano perpendicular.
- Para los pilares del pórtico A y B se considera una longitud de pandeo alrededor de su eje débil igual a 7.70 m ya que a esta altura está arriostrado por el cordón inferior de la viga en celosía. Por su parte la longitud de pandeo alrededor de su eje fuerte se considera una longitud igual a 6.20 m, ya que es la altura a la que está arriostrado por

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 27 de 161</p>



la viga inferior del pórtico. Para la longitud de pandeo lateral de estos pilares se considera una longitud de 7.70 m para las dos alas.

- Para los pilares del pórtico C, D, J y K se considera una longitud de pandeo alrededor de su eje débil igual a 3.00 m ya que es la distancia entre vigas de atado que presentan estos pilares. Por su parte la longitud de pandeo alrededor de su eje fuerte se considera una longitud igual a 6.20 m, ya que es la altura a la que está arriostrado por la viga inferior del pórtico. Para la longitud de pandeo lateral de estos pilares se considera una longitud de 3.00 m para las dos alas.
- Para los pilares del pórtico E, F, G y L se considera una longitud de pandeo alrededor de su eje débil igual a la altura total del pilar. Por su parte la longitud de pandeo alrededor de su eje fuerte se considera una longitud igual a 6.20 m, ya que es la altura a la que está arriostrado por la viga inferior del pórtico. Para la longitud de pandeo lateral de estos pilares se considera una longitud igual a la altura total del pilar.
- Para los pilares del pórtico H e I se considera una longitud de pandeo alrededor de su eje débil igual a 7.30 m ya que a esta altura está arriostrado por el cordón inferior de la viga en celosía. Por su parte la longitud de pandeo alrededor de su eje fuerte se considera una longitud igual a 6.20 m, ya que es la altura a la que está arriostrado por la viga inferior del pórtico. Para la longitud de pandeo lateral de estos pilares se considera una longitud de 7.30 m para las dos alas.
- El cordón superior de las vigas en celosía del tramo 1 se considera con una longitud de pandeo alrededor de su eje débil y frente al pandeo lateral de su ala superior de 3.00 m, que es la distancia entre vigas transversales superiores. Por su parte como longitud de pandeo alrededor de su eje fuerte y para el pandeo lateral de su ala inferior se considera una longitud de 1.50 m que es la distancia entre montantes de la viga en celosía.
- El cordón inferior de las vigas en celosía del tramo 1 se considera con una longitud de pandeo alrededor de su eje débil y frente al pandeo lateral de sus dos alas de 9.00 m, que es la distancia a la que se encuentra la viga transversal que existe a nivel inferior. Por su parte como longitud de pandeo alrededor de su eje fuerte se considera una longitud de 1.50 m que es la distancia entre montantes de la viga en celosía.
- El cordón superior de las vigas en celosía del tramo 2 se considera con una longitud de pandeo alrededor de su eje débil y frente al pandeo lateral de su ala superior de 3.70 m, que es la distancia entre vigas transversales superiores. Por su parte como longitud de pandeo alrededor de su eje fuerte y para el pandeo lateral de su ala inferior se considera una longitud de 1.85 m que es la distancia entre montantes de la viga en celosía.
- El cordón inferior de las vigas en celosía del tramo 2 se considera con una longitud de pandeo alrededor de su eje débil y frente al pandeo lateral de sus dos alas de 11.10 m, que es la distancia a la que se encuentra la viga transversal que existe a nivel inferior. Por su parte como longitud de pandeo alrededor de su eje fuerte se considera una longitud de 1.85 m que es la distancia entre montantes de la viga en celosía.
- En otros elementos secundarios se ha considerado en cualquier caso un coeficiente de pandeo unitario tanto para pandeo global como lateral, es decir, equivalente a la longitud del elemento.



Se indica a continuación el listado de barras introducido en el software de cálculo:

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 28 de 161



Barra	Nudo Inicial (I)	Nudo final (J)	Sección	Vinculación I	Vinculación J
M1	N2	N14	HE240B	Rígida	Rígida
M2	N1	N13	HE240B	Rígida	Rígida
M3	N4	N16	HE240B	Rígida	Rígida
M4	N3	N15	HE240B	Rígida	Rígida
M5	N6	N18	HE180B	Rígida	Rígida
M6	N5	N17	HE180B	Rígida	Rígida
M7	N8	N20	HE180B	Rígida	Rígida
M8	N7	N19	HE180B	Rígida	Rígida
M9	N10	N22	HE180B	Rígida	Rígida
M10	N9	N21	HE180B	Rígida	Rígida
M11	N12	N24	HE180B	Rígida	Rígida
M12	N11	N23	HE180B	Rígida	Rígida
M13	N14	N16	HE180B	Rígida	Rígida
M14	N26	N28	HE180B	Rígida	Rígida
M15	N25	N27	HE180B	Rígida	Rígida
M16	N13	N15	HE180B	Rígida	Rígida
M17	N32	N30	HE120A	Rígida	Rígida
M18	N31	N29	HE120A	Rígida	Rígida
M19	N36	N34	HE120A	Rígida	Rígida
M20	N35	N33	HE120A	Rígida	Rígida
M21	N40	N38	HE120A	Rígida	Rígida
M22	N39	N37	HE120A	Rígida	Rígida
M23	N44	N42	HE120A	Rígida	Rígida
M24	N43	N41	HE120A	Rígida	Rígida
M25	N48	N46	HE120A	Rígida	Rígida
M26	N47	N45	HE120A	Rígida	Rígida
M27	N52	N50	HE120A	Rígida	Rígida
M28	N51	N49	HE120A	Rígida	Rígida
M29	N56	N54	HE120A	Rígida	Rígida
M30	N55	N53	HE120A	Rígida	Rígida
M31	N60	N58	HE120A	Rígida	Rígida
M32	N59	N57	HE120A	Rígida	Rígida
M33	N64	N62	HE120A	Rígida	Rígida
M34	N63	N61	HE120A	Rígida	Rígida
M35	N68	N66	HE120A	Rígida	Rígida
M36	N67	N65	HE120A	Rígida	Rígida
M37	N72	N70	HE120A	Rígida	Rígida
M38	N71	N69	HE120A	Rígida	Rígida
M39	N14	N32	L80x80x10	Articulada	Articulada
M40	N30	N36	L80x80x10	Articulada	Articulada

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 29 de 161



M41	N34	N40	L80x80x10	Articulada	Articulada
M42	N38	N44	L80x80x10	Articulada	Articulada
M43	N42	N48	L80x80x10	Articulada	Articulada
M44	N46	N52	L80x80x10	Articulada	Articulada
M45	N52	N54	L80x80x10	Articulada	Articulada
M46	N56	N58	L80x80x10	Articulada	Articulada
M47	N60	N62	L80x80x10	Articulada	Articulada
M48	N64	N66	L80x80x10	Articulada	Articulada
M49	N68	N70	L80x80x10	Articulada	Articulada
M50	N72	N16	L80x80x10	Articulada	Articulada
M51	N13	N31	L80x80x10	Articulada	Articulada
M52	N29	N35	L80x80x10	Articulada	Articulada
M53	N33	N39	L80x80x10	Articulada	Articulada
M54	N37	N43	L80x80x10	Articulada	Articulada
M55	N41	N47	L80x80x10	Articulada	Articulada
M56	N45	N51	L80x80x10	Articulada	Articulada
M57	N51	N53	L80x80x10	Articulada	Articulada
M58	N55	N57	L80x80x10	Articulada	Articulada
M59	N59	N61	L80x80x10	Articulada	Articulada
M60	N63	N65	L80x80x10	Articulada	Articulada
M61	N67	N69	L80x80x10	Articulada	Articulada
M62	N71	N15	L80x80x10	Articulada	Articulada
M63	N23	N24	HE180A	Rígida	Rígida
M64	N21	N22	HE180A	Rígida	Rígida
M65	N19	N20	HE180A	Rígida	Rígida
M66	N17	N18	HE180A	Rígida	Rígida
M67	N15	N16	HE180B	Rígida	Rígida
M68	N13	N14	HE180B	Rígida	Rígida
M69	N33	N34	HE180B	Articulada	Articulada
M70	N41	N42	HE180B	Articulada	Articulada
M71	N49	N50	HE180B	Articulada	Articulada
M72	N57	N58	HE180B	Articulada	Articulada
M73	N65	N66	HE180B	Articulada	Articulada
M74	N16	N18	HE160A	Articulada	Articulada
M75	N18	N20	HE160A	Articulada	Articulada
M76	N20	N22	HE160A	Articulada	Articulada
M77	N22	N24	HE160A	Articulada	Articulada
M78	N15	N17	HE160A	Articulada	Articulada
M79	N17	N19	HE160A	Articulada	Articulada
M80	N19	N21	HE160A	Articulada	Articulada
M81	N21	N23	HE160A	Articulada	Articulada

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 30 de 161</p>

M82	N84	N83	HE160A	Rígida	Rígida
M83	N74	N73	HE160A	Rígida	Rígida
M84	N76	N75	HE160A	Rígida	Rígida
M85	N78	N77	HE160A	Rígida	Rígida
M86	N80	N79	HE160A	Rígida	Rígida
M87	N82	N81	HE160A	Rígida	Rígida
M88	N76	N78	HE160A	Articulada	Articulada
M89	N75	N77	HE160A	Articulada	Articulada
M90	N86	N88	HE160A	Articulada	Articulada
M91	N85	N87	HE160A	Articulada	Articulada
M92	N76	N89	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M93	N89	N78	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M94	N86	N90	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M95	N90	N88	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M96	N6	N91	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M97	N91	N8	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M98	N7	N92	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M99	N92	N5	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M100	N87	N93	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M101	N93	N85	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M102	N77	N94	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M103	N94	N75	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M104	N14	N95	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M105	N95	N13	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M106	N34	N96	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M107	N96	N33	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M108	N42	N97	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M109	N97	N41	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M110	N16	N98	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M111	N98	N15	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M112	N66	N99	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M113	N99	N65	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M114	N58	N97	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M115	N97	N57	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M116	N103	N115	HE260B	Rígida	Rígida
M117	N102	N114	HE260B	Rígida	Rígida
M118	N105	N117	HE260B	Rígida	Rígida
M119	N104	N116	HE260B	Rígida	Rígida
M120	N101	N113	HE180B	Rígida	Rígida
M121	N100	N112	HE180B	Rígida	Rígida
M122	N107	N119	HE180B	Rígida	Rígida

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 31 de 161</p>

M123	N106	N118	HE180B	Rígida	Rígida
M124	N109	N121	HE180B	Rígida	Rígida
M125	N108	N120	HE180B	Rígida	Rígida
M126	N111	N123	HE180B	Rígida	Rígida
M127	N110	N122	HE180B	Rígida	Rígida
M128	N115	N117	HE220B	Rígida	Rígida
M129	N125	N127	HE220B	Rígida	Rígida
M130	N114	N116	HE220B	Rígida	Rígida
M131	N124	N126	HE220B	Rígida	Rígida
M132	N131	N129	HE120A	Rígida	Rígida
M133	N130	N128	HE120A	Rígida	Rígida
M134	N135	N133	HE120A	Rígida	Rígida
M135	N134	N132	HE120A	Rígida	Rígida
M136	N139	N137	HE120A	Rígida	Rígida
M137	N138	N136	HE120A	Rígida	Rígida
M138	N143	N141	HE120A	Rígida	Rígida
M139	N142	N140	HE120A	Rígida	Rígida
M140	N147	N145	HE120A	Rígida	Rígida
M141	N146	N144	HE120A	Rígida	Rígida
M142	N151	N149	HE120A	Rígida	Rígida
M143	N150	N148	HE120A	Rígida	Rígida
M144	N155	N153	HE120A	Rígida	Rígida
M145	N154	N152	HE120A	Rígida	Rígida
M146	N159	N157	HE120A	Rígida	Rígida
M147	N158	N156	HE120A	Rígida	Rígida
M148	N163	N161	HE120A	Rígida	Rígida
M149	N162	N160	HE120A	Rígida	Rígida
M150	N167	N165	HE120A	Rígida	Rígida
M151	N166	N164	HE120A	Rígida	Rígida
M152	N167	N165	HE120A	Rígida	Rígida
M153	N166	N164	HE120A	Rígida	Rígida
M154	N171	N169	HE120A	Rígida	Rígida
M155	N170	N168	HE120A	Rígida	Rígida
M156	N115	N131	L80x80x10	Articulada	Articulada
M157	N129	N135	L80x80x10	Articulada	Articulada
M158	N133	N139	L80x80x10	Articulada	Articulada
M159	N137	N143	L80x80x10	Articulada	Articulada
M160	N141	N147	L80x80x10	Articulada	Articulada
M161	N145	N151	L80x80x10	Articulada	Articulada
M162	N151	N153	L80x80x10	Articulada	Articulada
M163	N155	N157	L80x80x10	Articulada	Articulada

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 32 de 161</p>

M164	N159	N161	L80x80x10	Articulada	Articulada
M165	N163	N165	L80x80x10	Articulada	Articulada
M166	N167	N169	L80x80x10	Articulada	Articulada
M167	N171	N117	L80x80x10	Articulada	Articulada
M168	N114	N130	L80x80x10	Articulada	Articulada
M169	N128	N134	L80x80x10	Articulada	Articulada
M170	N132	N138	L80x80x10	Articulada	Articulada
M171	N136	N142	L80x80x10	Articulada	Articulada
M172	N140	N146	L80x80x10	Articulada	Articulada
M173	N144	N150	L80x80x10	Articulada	Articulada
M174	N150	N152	L80x80x10	Articulada	Articulada
M175	N154	N156	L80x80x10	Articulada	Articulada
M176	N158	N160	L80x80x10	Articulada	Articulada
M177	N162	N164	L80x80x10	Articulada	Articulada
M178	N166	N168	L80x80x10	Articulada	Articulada
M179	N170	N116	L80x80x10	Articulada	Articulada
M180	N113	N112	HE180A	Rígida	Rígida
M181	N115	N114	HE180B	Rígida	Rígida
M182	N117	N116	HE180B	Rígida	Rígida
M183	N119	N118	HE180A	Rígida	Rígida
M184	N121	N120	HE180A	Rígida	Rígida
M185	N123	N122	HE180A	Rígida	Rígida
M186	N173	N172	HE160A	Rígida	Rígida
M187	N175	N174	HE160A	Rígida	Rígida
M188	N177	N176	HE160A	Rígida	Rígida
M189	N179	N178	HE160A	Rígida	Rígida
M190	N181	N180	HE160A	Rígida	Rígida
M191	N183	N182	HE160A	Rígida	Rígida
M192	N113	N115	HE160A	Articulada	Articulada
M193	N112	N114	HE160A	Articulada	Articulada
M194	N117	N119	HE160A	Articulada	Articulada
M195	N119	N121	HE160A	Articulada	Articulada
M196	N121	N123	HE160A	Articulada	Articulada
M197	N116	N118	HE160A	Articulada	Articulada
M198	N118	N120	HE160A	Articulada	Articulada
M199	N120	N122	HE160A	Articulada	Articulada
M200	N179	N181	HE160A	Articulada	Articulada
M201	N185	N187	HE160A	Articulada	Articulada
M202	N178	N180	HE160A	Articulada	Articulada
M203	N184	N186	HE160A	Articulada	Articulada
M204	N107	N188	1/2 HEA200	Articulada	Articulada



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 33 de 161</p>

M205	N188	N109	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M206	N185	N189	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M207	N189	N187	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M208	N179	N190	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M209	N190	N181	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M210	N106	N191	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M211	N191	N108	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M212	N184	N192	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M213	N192	N186	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M214	N178	N193	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M215	N193	N180	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M216	N132	N133	HE220B	Articulada	Articulada
M217	N140	N141	HE220B	Articulada	Articulada
M218	N148	N149	HE220B	Articulada	Articulada
M219	N156	N157	HE220B	Articulada	Articulada
M220	N164	N165	HE220B	Articulada	Articulada
M221	N115	N194	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M222	N194	N114	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M223	N133	N195	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M224	N195	N132	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M225	N141	N196	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M226	N196	N140	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M227	N117	N197	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M228	N197	N116	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M229	N165	N198	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M230	N198	N164	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M231	N157	N196	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M232	N196	N156	1/2 HEA200	Articulada	Articulada
M233	N52	N51	HE180B	Articulada	Articulada
M234	N151	N150	HE220B	Articulada	Articulada
M235	N52	N97	L80x80x10	Articulada	Articulada
M236	N97	N51	L80x80x10	Articulada	Articulada
M237	N151	N196	L80x80x10	Articulada	Articulada
M238	N196	N150	L80x80x10	Articulada	Articulada



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 34 de 161</p>

- Coeficientes de pandeo y pandeo lateral:



Barra	Sección	Longitud (m)	Lb yy (m)	Lb zz (m)	L comp. Top (m)	L comp. Bot. (m)
M1	HE240B	9.1	7.7	6.2	7.7	7.7
M2	HE240B	9.1	7.7	6.2	7.7	7.7
M3	HE240B	9.1	7.7	6.2	7.7	7.7
M4	HE240B	9.1	7.7	6.2	7.7	7.7
M5	HE180B	9.1	3	6.2	3	3
M6	HE180B	9.1	3	6.2	3	3
M7	HE180B	9.1	3	6.2	3	3
M8	HE180B	9.1	3	6.2	3	3
M9	HE180B	9.1		6.2		
M10	HE180B	9.1		6.2		
M11	HE180B	9.1		6.2		
M12	HE180B	9.1		6.2		
M13	HE180B	18	3	1.5	Lbyy	1.5
M14	HE180B	18	9	1.5	Lbyy	9
M15	HE180B	18	9	1.5	Lbyy	9
M16	HE180B	18	3	1.5	Lbyy	1.5
M17	HE120A	1.4				
M18	HE120A	1.4				
M19	HE120A	1.4				
M20	HE120A	1.4				
M21	HE120A	1.4				
M22	HE120A	1.4				
M23	HE120A	1.4				
M24	HE120A	1.4				
M25	HE120A	1.4				
M26	HE120A	1.4				
M27	HE120A	1.4				
M28	HE120A	1.4				
M29	HE120A	1.4				
M30	HE120A	1.4				
M31	HE120A	1.4				
M32	HE120A	1.4				
M33	HE120A	1.4				
M34	HE120A	1.4				
M35	HE120A	1.4				
M36	HE120A	1.4				
M37	HE120A	1.4				
M38	HE120A	1.4				

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 35 de 161

M39	L80x80x10	2.052			
M40	L80x80x10	2.052			
M41	L80x80x10	2.052			
M42	L80x80x10	2.052			
M43	L80x80x10	2.052			
M44	L80x80x10	2.052			
M45	L80x80x10	2.052			
M46	L80x80x10	2.052			
M47	L80x80x10	2.052			
M48	L80x80x10	2.052			
M49	L80x80x10	2.052			
M50	L80x80x10	2.052			
M51	L80x80x10	2.052			
M52	L80x80x10	2.052			
M53	L80x80x10	2.052			
M54	L80x80x10	2.052			
M55	L80x80x10	2.052			
M56	L80x80x10	2.052			
M57	L80x80x10	2.052			
M58	L80x80x10	2.052			
M59	L80x80x10	2.052			
M60	L80x80x10	2.052			
M61	L80x80x10	2.052			
M62	L80x80x10	2.052			
M63	HE180A	5			Lbyy
M64	HE180A	5			Lbyy
M65	HE180A	5			Lbyy
M66	HE180A	5			Lbyy
M67	HE180B	5			Lbyy
M68	HE180B	5			Lbyy
M69	HE180B	5			Lbyy
M70	HE180B	5			Lbyy
M71	HE180B	5			Lbyy
M72	HE180B	5			Lbyy
M73	HE180B	5			Lbyy
M74	HE160A	6			Lbyy
M75	HE160A	6			Lbyy
M76	HE160A	6			Lbyy
M77	HE160A	6			Lbyy
M78	HE160A	6			Lbyy
M79	HE160A	6			Lbyy

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 36 de 161



M80	HE160A	6			Lbyy	
M81	HE160A	6			Lbyy	
M82	HE160A	5			Lbyy	
M83	HE160A	5			Lbyy	
M84	HE160A	5			Lbyy	
M85	HE160A	5			Lbyy	
M86	HE160A	5			Lbyy	
M87	HE160A	5			Lbyy	
M88	HE160A	6			Lbyy	
M89	HE160A	6			Lbyy	
M90	HE160A	6			Lbyy	
M91	HE160A	6			Lbyy	
M92	1/2 HEA200	4.173				
M93	1/2 HEA200	4.173				
M94	1/2 HEA200	4.314				
M95	1/2 HEA200	4.314				
M96	1/2 HEA200	4.314				
M97	1/2 HEA200	4.314				
M98	1/2 HEA200	4.314				
M99	1/2 HEA200	4.314				
M100	1/2 HEA200	4.314				
M101	1/2 HEA200	4.314				
M102	1/2 HEA200	4.173				
M103	1/2 HEA200	4.173				
M104	1/2 HEA200	3.905				
M105	1/2 HEA200	3.905				
M106	1/2 HEA200	3.905				
M107	1/2 HEA200	3.905				
M108	1/2 HEA200	3.905				
M109	1/2 HEA200	3.905				
M110	1/2 HEA200	3.905				
M111	1/2 HEA200	3.905				
M112	1/2 HEA200	3.905				
M113	1/2 HEA200	3.905				
M114	1/2 HEA200	3.905				
M115	1/2 HEA200	3.905				
M116	HE260B	9.1	7.3	6.2	7.3	7.3
M117	HE260B	9.1	7.3	6.2	7.3	7.3
M118	HE260B	9.1	7.3	6.2	7.3	7.3
M119	HE260B	9.1	7.3	6.2	7.3	7.3
M120	HE180B	9.1		6.2		

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 37 de 161</p>



M121	HE180B	9.1		6.2		
M122	HE180B	9.1	3	6.2	3	3
M123	HE180B	9.1	3	6.2	3	3
M124	HE180B	9.1	3	6.2	3	3
M125	HE180B	9.1	3	6.2	3	3
M126	HE180B	9.1		6.2		
M127	HE180B	9.1		6.2		
M128	HE220B	22.2	3.7	1.85	Lbyy	1.85
M129	HE220B	22.2	11.1	1.85	Lbyy	11.1
M130	HE220B	22.2	3.7	1.85	Lbyy	1.85
M131	HE220B	22.2	11.1	1.85	Lbyy	11.1
M132	HE120A	1.8				
M133	HE120A	1.8				
M134	HE120A	1.8				
M135	HE120A	1.8				
M136	HE120A	1.8				
M137	HE120A	1.8				
M138	HE120A	1.8				
M139	HE120A	1.8				
M140	HE120A	1.8				
M141	HE120A	1.8				
M142	HE120A	1.8				
M143	HE120A	1.8				
M144	HE120A	1.8				
M145	HE120A	1.8				
M146	HE120A	1.8				
M147	HE120A	1.8				
M148	HE120A	1.8				
M149	HE120A	1.8				
M150	HE120A	1.8				
M151	HE120A	1.8				
M152	HE120A	1.8				
M153	HE120A	1.8				
M154	HE120A	1.8				
M155	HE120A	1.8				
M156	L80x80x10	2.581				
M157	L80x80x10	2.581				
M158	L80x80x10	2.581				
M159	L80x80x10	2.581				
M160	L80x80x10	2.581				
M161	L80x80x10	2.581				

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 38 de 161</p>

M162	L80x80x10	2.581			
M163	L80x80x10	2.581			
M164	L80x80x10	2.581			
M165	L80x80x10	2.581			
M166	L80x80x10	2.581			
M167	L80x80x10	2.581			
M168	L80x80x10	2.581			
M169	L80x80x10	2.581			
M170	L80x80x10	2.581			
M171	L80x80x10	2.581			
M172	L80x80x10	2.581			
M173	L80x80x10	2.581			
M174	L80x80x10	2.581			
M175	L80x80x10	2.581			
M176	L80x80x10	2.581			
M177	L80x80x10	2.581			
M178	L80x80x10	2.581			
M179	L80x80x10	2.581			
M180	HE180A	5		Lbyy	
M181	HE180B	5		Lbyy	
M182	HE180B	5		Lbyy	
M183	HE180A	5		Lbyy	
M184	HE180A	5		Lbyy	
M185	HE180A	5		Lbyy	
M186	HE160A	5		Lbyy	
M187	HE160A	5		Lbyy	
M188	HE160A	5		Lbyy	
M189	HE160A	5		Lbyy	
M190	HE160A	5		Lbyy	
M191	HE160A	5		Lbyy	
M192	HE160A	5		Lbyy	
M193	HE160A	5		Lbyy	
M194	HE160A	5		Lbyy	
M195	HE160A	5		Lbyy	
M196	HE160A	5		Lbyy	
M197	HE160A	5		Lbyy	
M198	HE160A	5		Lbyy	
M199	HE160A	5		Lbyy	
M200	HE160A	5		Lbyy	
M201	HE160A	5		Lbyy	
M202	HE160A	5		Lbyy	



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 39 de 161</p>

M203	HE160A	5			Lbyy	
M204	1/2 HEA200	3.982				
M205	1/2 HEA200	3.982				
M206	1/2 HEA200	3.982				
M207	1/2 HEA200	3.982				
M208	1/2 HEA200	3.829				
M209	1/2 HEA200	3.829				
M210	1/2 HEA200	3.982				
M211	1/2 HEA200	3.982				
M212	1/2 HEA200	3.982				
M213	1/2 HEA200	3.982				
M214	1/2 HEA200	3.829				
M215	1/2 HEA200	3.829				
M216	HE220B	5			Lbyy	
M217	HE220B	5			Lbyy	
M218	HE220B	5			Lbyy	
M219	HE220B	5			Lbyy	
M220	HE220B	5			Lbyy	
M221	1/2 HEA200	4.465				
M222	1/2 HEA200	4.465				
M223	1/2 HEA200	4.465				
M224	1/2 HEA200	4.465				
M225	1/2 HEA200	4.465				
M226	1/2 HEA200	4.465				
M227	1/2 HEA200	4.465				
M228	1/2 HEA200	4.465				
M229	1/2 HEA200	4.465				
M230	1/2 HEA200	4.465				
M231	1/2 HEA200	4.465				
M232	1/2 HEA200	4.465				
M233	HE180B	5			Lbyy	
M234	HE220B	5			Lbyy	
M235	L80x80x10	2.865				
M236	L80x80x10	2.865				
M237	L80x80x10	3.081				
M238	L80x80x10	3.081				



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 40 de 161</p>

- Condiciones de contorno:



Nudo	X (kN/mm)	Y (kN/mm)	Z (kN/mm)	X Rot. (kNm/rad)	Y Rot. (kNm/rad)	Z Rot. (kNm/rad)
N1	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N2	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N3	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N4	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N5	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N6	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N7	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N8	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N9	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N10	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N11	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N12	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N13						
N14						
N15						
N16						
N17						
N18						
N19						
N20						
N21						
N22						
N23						
N24						
N25						
N26						
N27						
N28						
N29						
N30						
N31						
N32						
N33						
N34						
N35						
N36						
N37						
N38						

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 41 de 161</p>



N39						
N40						
N41						
N42						
N43						
N44						
N45						
N46						
N47						
N48						
N49						
N50						
N51						
N52						
N53						
N54						
N55						
N56						
N57						
N58						
N59						
N60						
N61						
N62						
N63						
N64						
N65						
N66						
N67						
N68						
N69						
N70						
N71						
N72						
N73						
N74						
N75						
N76						
N77						
N78						
N79						

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 42 de 161</p>

N80						
N81						
N82						
N83						
N84						
N85						
N86						
N87						
N88						
N100	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N101	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N102	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N103	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N104	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N105	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N106	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N107	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N108	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N109	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N110	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N111	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction	Reaction
N112						
N113						
N114						
N115						
N116						
N117						
N118						
N119						
N120						
N121						
N122						
N123						
N124						
N125						
N126						
N127						
N128						
N129						
N130						
N131						



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 43 de 161</p>

N132						
N133						
N134						
N135						
N136						
N137						
N138						
N139						
N140						
N141						
N142						
N143						
N144						
N145						
N146						
N147						
N148						
N149						
N150						
N151						
N152						
N153						
N154						
N155						
N156						
N157						
N158						
N159						
N160						
N161						
N162						
N163						
N164						
N165						
N166						
N167						
N168						
N169						
N170						
N171						
N172						

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 44 de 161</p>

N173						
N174						
N175						
N176						
N177						
N178						
N179						
N180						
N181						
N182						
N183						
N184						
N185						
N186						
N187						



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 45 de 161</p>

7.2. CARGAS E HIPÓTESIS CONSIDERADAS

Considerando las cargas descritas, se han generado las hipótesis de carga que se muestran a continuación:



- **Peso propio (DL)**

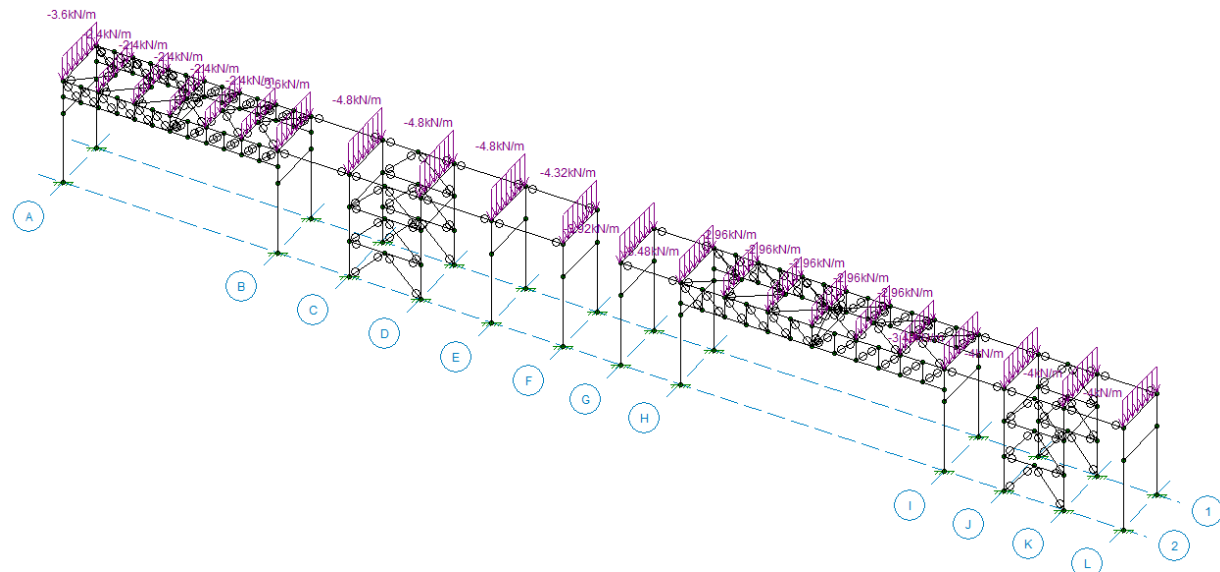
Esta hipótesis engloba las acciones debidas a los pesos propios de los perfiles (que el programa evalúa automáticamente a partir de las secciones introducidas) y las propias del peso de las tuberías vacías.

Como el peso de las instalaciones que se apoyan en el rack de tuberías se han estimado en $0,80 \text{ kN/m}^2$ y teniendo los siguientes anchos tributados se tendrían las siguientes cargas uniformes sobre las vigas de apoyo:

- Ancho tributado pórtico A: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 4,50 \text{ m} = 3,60 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado vigas salto carretera tramo 1: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 3,00 \text{ m} = 2,40 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico B: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 4,50 \text{ m} = 3,60 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico C: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} = 4,80 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico D: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} = 4,80 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico E: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} = 4,80 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico F: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 5,40 \text{ m} = 4,32 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico G: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 4,90 \text{ m} = 3,92 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico H: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 4,35 \text{ m} = 3,48 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado vigas salto carretera tramo 2: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 3,70 \text{ m} = 2,96 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico I: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 4,35 \text{ m} = 3,48 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico J: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 \text{ m} = 4,00 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico K: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 \text{ m} = 4,00 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico L: $0,80 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 \text{ m} = 4,00 \text{ kN/m}$.

A continuación se muestran las acciones introducidas al programa dentro de esta hipótesis:

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 46 de 161



- **Cargas de operación de los equipos (Q2):**



En esta hipótesis se considera la sobrecarga adicional que producen en las tuberías en condiciones de operación.

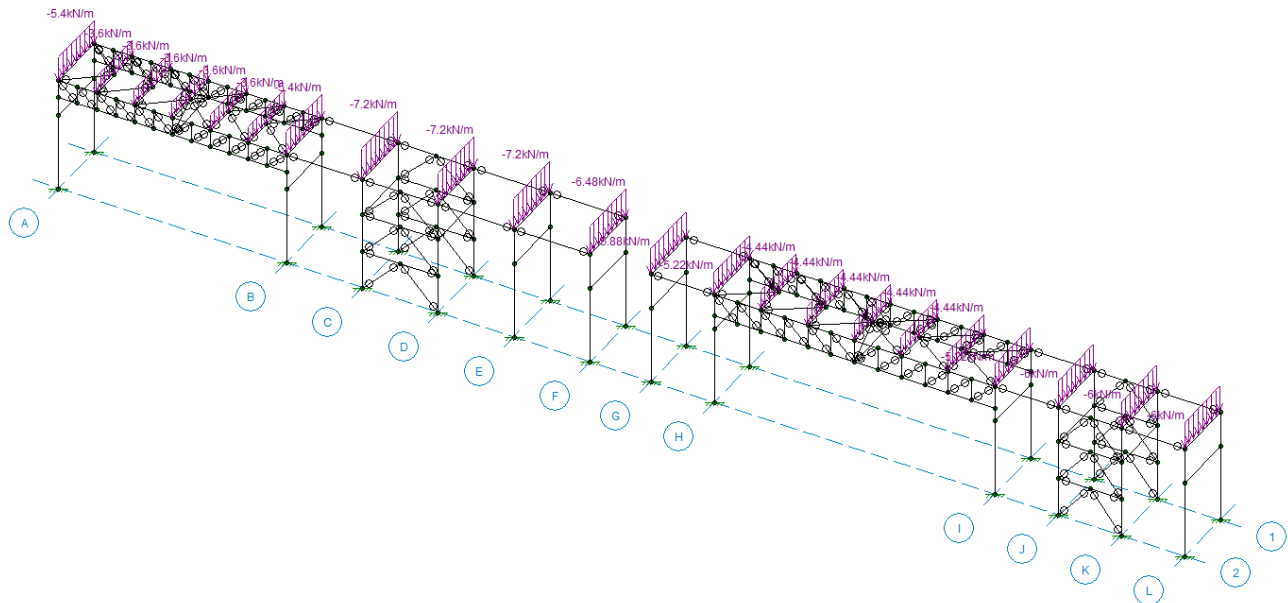
Como el peso de las instalaciones que se apoyan en el rack en operación se han estimado en 2,00 kN/m² y de peso propio de las instalaciones en la anterior hipótesis ya se han considerado 0,80 kN/m², en esta hipótesis se considerarán los restantes 1,20 kN/m².

Teniendo los siguientes anchos tributados se tendrían las siguientes cargas uniformes sobre las vigas de apoyo:

- Ancho tributado pórtico A: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 4,50 \text{ m} = 5,40 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado vigas salto carretera tramo 1: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 3,00 \text{ m} = 3,60 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico B: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 4,50 \text{ m} = 5,40 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico C: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} = 7,20 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico D: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} = 7,20 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico E: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} = 7,20 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico F: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 5,40 \text{ m} = 6,48 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico G: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 4,90 \text{ m} = 5,88 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico H: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 4,35 \text{ m} = 5,22 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado vigas salto carretera tramo 2: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 3,70 \text{ m} = 4,44 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico I: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 4,35 \text{ m} = 5,22 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico J: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 \text{ m} = 6,00 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico K: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 \text{ m} = 6,00 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico L: $1,20 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 \text{ m} = 6,00 \text{ kN/m}$.

A continuación se muestran las acciones introducidas al programa dentro de esta hipótesis:

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 47 de 161





- **Fuerzas de rozamiento longitudinales (Fr)**

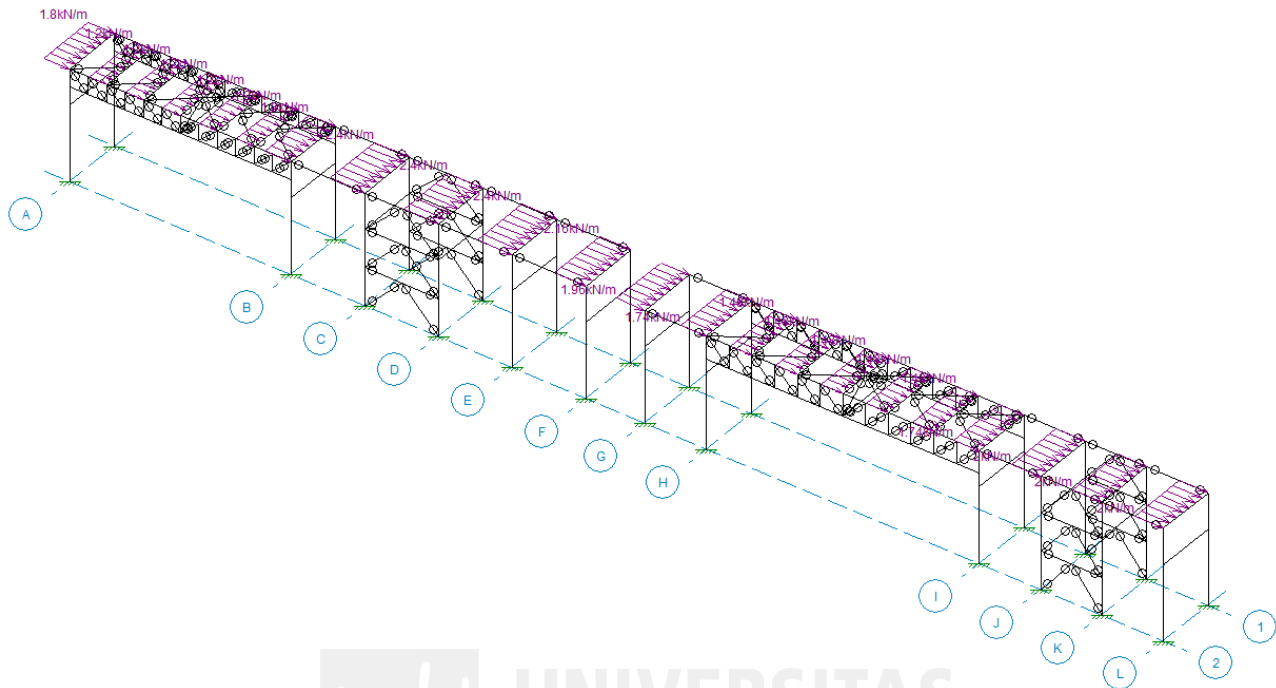
En esta hipótesis se considera la sobrecarga que producen las tuberías en su dirección longitudinal debido a retracciones y dilataciones debidas a los cambios de temperatura en el ambiente o del producto a transportar.

Como esta fuerza de rozamiento de las instalaciones que se apoyan en el rack de tuberías se han estimado en $0,40 \text{ kN/m}^2$ y teniendo los siguientes anchos tributados se tendrían las siguientes cargas uniformes sobre las vigas de apoyo:

- Ancho tributado pórtico A: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 4,50 \text{ m} = 1,80 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado vigas salto carretera tramo 1: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 3,00 \text{ m} = 1,20 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico B: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 4,50 \text{ m} = 1,80 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico C: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} = 2,40 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico D: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} = 2,40 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico E: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 6,00 \text{ m} = 2,40 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico F: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 5,40 \text{ m} = 2,16 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico G: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 4,90 \text{ m} = 1,96 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico H: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 4,35 \text{ m} = 1,74 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado vigas salto carretera tramo 2: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 3,70 \text{ m} = 1,48 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico I: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 4,35 \text{ m} = 1,74 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico J: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 \text{ m} = 2,00 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico K: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 \text{ m} = 2,00 \text{ kN/m}$.
- Ancho tributado pórtico L: $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 \text{ m} = 2,00 \text{ kN/m}$.

A continuación se muestran las acciones introducidas al programa dentro de esta hipótesis:

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 48 de 161</p>





- Viento (WL)



Para tener en cuenta la acción del viento se han creado cuatro hipótesis independientes entre sí y denominadas WL+X, WL-X, WL+Z y WL-Z que vienen a representar la acción del viento actuando de forma perpendicular a los perfiles estructurales o a las tuberías. En cada una de las hipótesis definidas se han introducido los valores de presión evaluados previamente:

Viento longitudinal en dirección +X

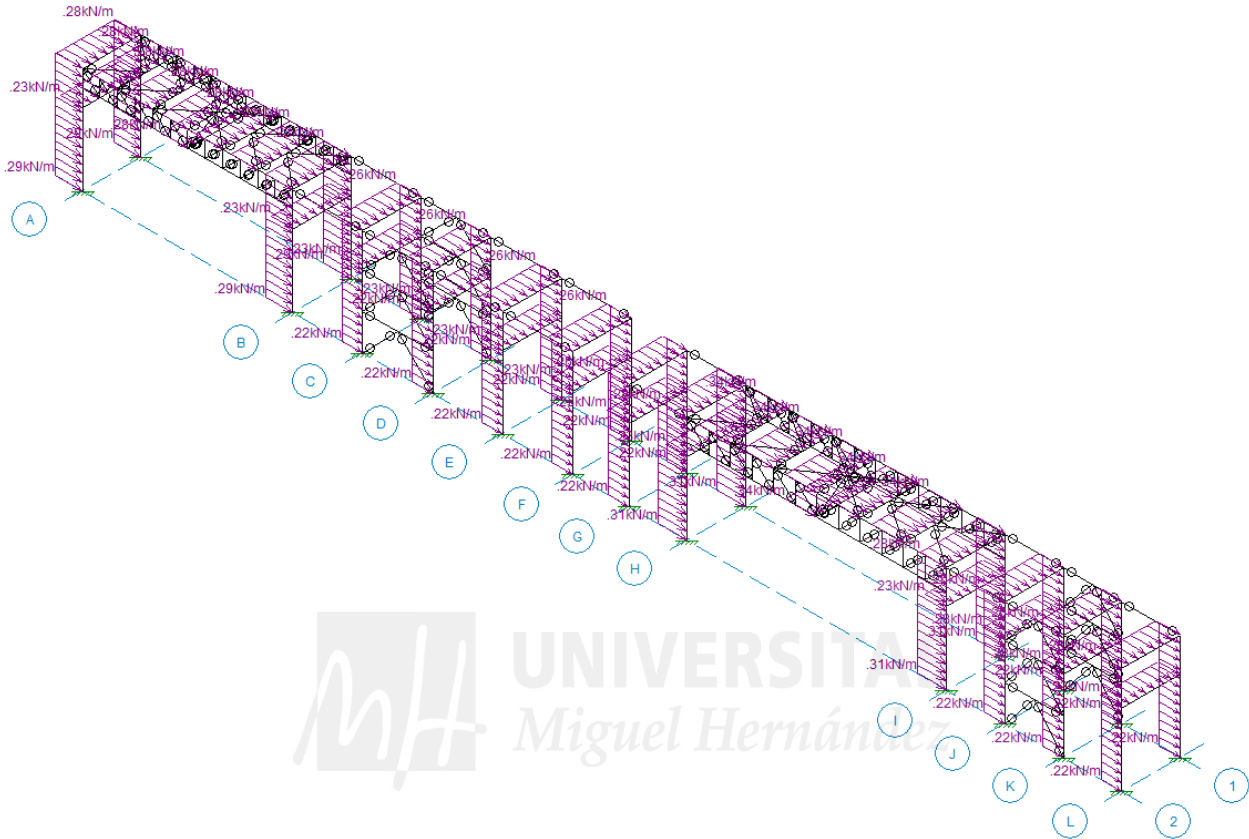
Para los perfiles asignados y para las cargas de presión de viento definidas en el apartado 4 se tendrían las siguientes cargas uniformes sobre cada perfil:



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 49 de 161

Viento longitudinal +X y -X		Ancho tributado (m)	Presión/Succión (KNm)
Estructuras cota +9.00			
Dintel superior pórtico A	HEB180	0.18	0.28
Dintel inferior pórtico A	HEA160	0.15	0.23
Dinteles viga en celosía	HEB180	0.18	0.28
Dintel superior pórtico B	HEB180	0.18	0.28
Dintel inferior pórtico B	HEA160	0.15	0.23
Dintel superior pórtico C	HEA180	0.17	0.26
Dintel inferior pórtico C	HEA160	0.15	0.23
Dintel superior pórtico D	HEA180	0.17	0.26
Dintel inferior pórtico D	HEA160	0.15	0.23
Dintel superior pórtico E	HEA180	0.17	0.26
Dintel inferior pórtico E	HEA160	0.15	0.23
Dintel superior pórtico F	HEA180	0.17	0.26
Dintel inferior pórtico F	HEA160	0.15	0.23
Dintel superior pórtico G	HEA180	0.17	0.26
Dintel inferior pórtico G	HEA160	0.15	0.23
Dintel superior pórtico H	HEB180	0.18	0.28
Dintel inferior pórtico H	HEA160	0.15	0.23
Dinteles viga en celosía	HEB220	0.22	0.34
Dintel superior pórtico I	HEB180	0.18	0.28
Dintel inferior pórtico I	HEA160	0.15	0.23
Dintel superior pórtico J	HEA180	0.17	0.26
Dintel inferior pórtico J	HEA160	0.15	0.23
Dintel superior pórtico K	HEA180	0.17	0.26
Dintel inferior pórtico K	HEA160	0.15	0.23
Dintel superior pórtico L	HEA180	0.17	0.26
Dintel inferior pórtico L	HEA160	0.15	0.23
Estructuras cota +4.50			
Pilares pórtico A	HEB240	0.24	0.29
Pilares pórtico B	HEB240	0.24	0.29
Pilares pórtico C	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico D	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico E	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico F	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico G	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico H	HEB260	0.26	0.31
Pilares pórtico I	HEB260	0.26	0.31
Pilares pórtico J	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico K	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico L	HEB180	0.18	0.22

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 50 de 161

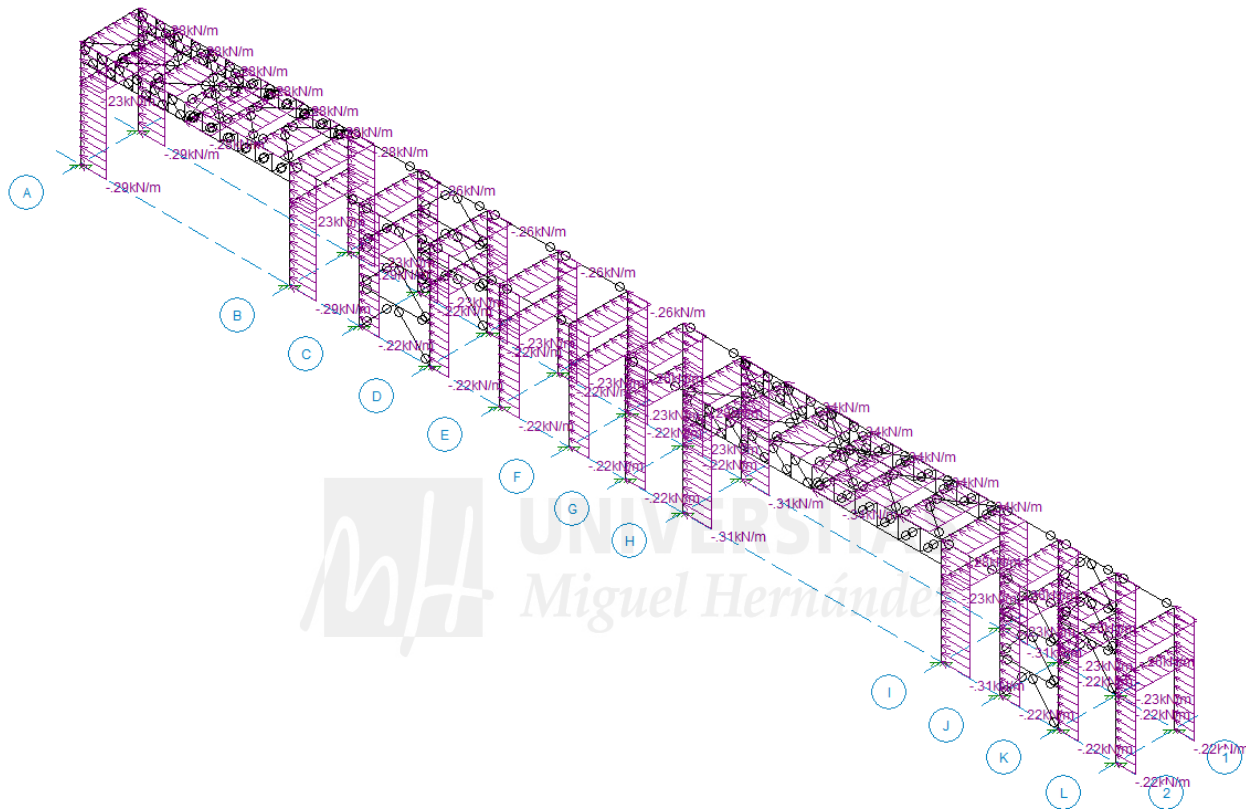
A continuación se muestran las acciones introducidas al programa dentro de esta hipótesis:





	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 51 de 161</p>

Viento longitudinal en dirección -X

A continuación se muestran las acciones introducidas al programa dentro de esta hipótesis, en el que el valor de las cargas es el mismo que el indicado en el apartado anterior pero en dirección contraria:



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 52 de 161



Viento transversal en dirección +Z

Para los perfiles asignados y para las cargas de presión de viento definidas en el apartado 4 se tendrían las siguientes cargas uniformes sobre cada perfil:

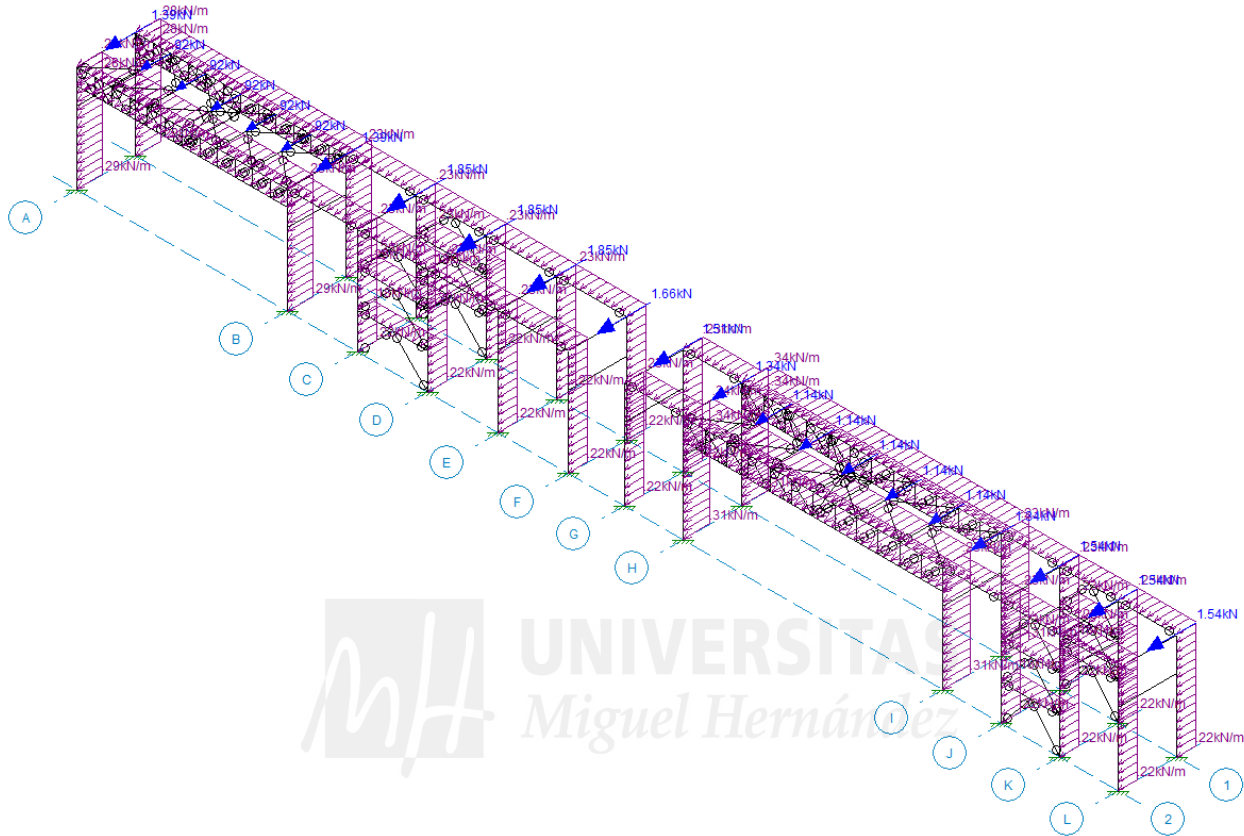
Viento transversal +Z y -Z		Ancho tributado (m)	Presión/Succión (KN/m)
Estructuras cota +9.00			
Cordón superior viga en celosía A-B	HEB180	0.18	0.28
Cordón inferior viga en celosía A-B	HEB180	0.18	0.28
Viga de atado B-C	HEA160	0.15	0.23
Viga de atado C-D	HEA160	0.15	0.23
Viga de atado D-E	HEA160	0.15	0.23
Viga de atado E-F	HEA160	0.15	0.23
Viga de atado G-H	HEA160	0.15	0.23
Cordón superior viga en celosía H-I	HEB220	0.22	0.34
Cordón inferior viga en celosía H-I	HEB220	0.22	0.34
Viga de atado I-J	HEA160	0.15	0.23
Viga de atado J-K	HEA160	0.15	0.23
Viga de atado K-L	HEA160	0.15	0.23
Estructuras cota +4.50			
Pilares pórtico A	HEB240	0.24	0.29
Pilares pórtico B	HEB240	0.24	0.29
Pilares pórtico C	HEB180	0.18	0.22
Vigas de atado C-D	HEA160	0.15	0.18
Pilares pórtico D	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico E	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico F	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico G	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico H	HEB260	0.26	0.31
Pilares pórtico I	HEB260	0.26	0.31
Pilares pórtico J	HEB180	0.18	0.22
Vigas de atado J-K	HEA160	0.15	0.18
Pilares pórtico K	HEB180	0.18	0.22
Pilares pórtico L	HEB180	0.18	0.22



Suponiendo, del lado de la seguridad, que las tuberías instaladas tienen una altura de 0.50 m como máximo y para las cargas de presión de viento definidas en el apartado 4, se tendrían las siguientes cargas puntuales sobre cada perfil de apoyo:

Viento transversal +Z y -Z	Altura (m)	Ancho tributado (m)	Presión (KN)
Pórtico A	0.50	4.50	1.39
Vigas salto carretera tramo 1	0.50	3.00	0.92
Pórtico B	0.50	4.50	1.39
Pórtico C	0.50	6.00	1.85
Pórtico D	0.50	6.00	1.85
Pórtico E	0.50	6.00	1.85
Pórtico F	0.50	5.40	1.66
Pórtico G	0.50	4.90	1.51
Pórtico H	0.50	4.35	1.34
Vigas salto carretera tramo 2	0.50	3.70	1.14
Pórtico I	0.50	4.35	1.34
Pórtico J	0.50	5.00	1.54
Pórtico K	0.50	5.00	1.54
Pórtico L	0.50	5.00	1.54

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 53 de 161

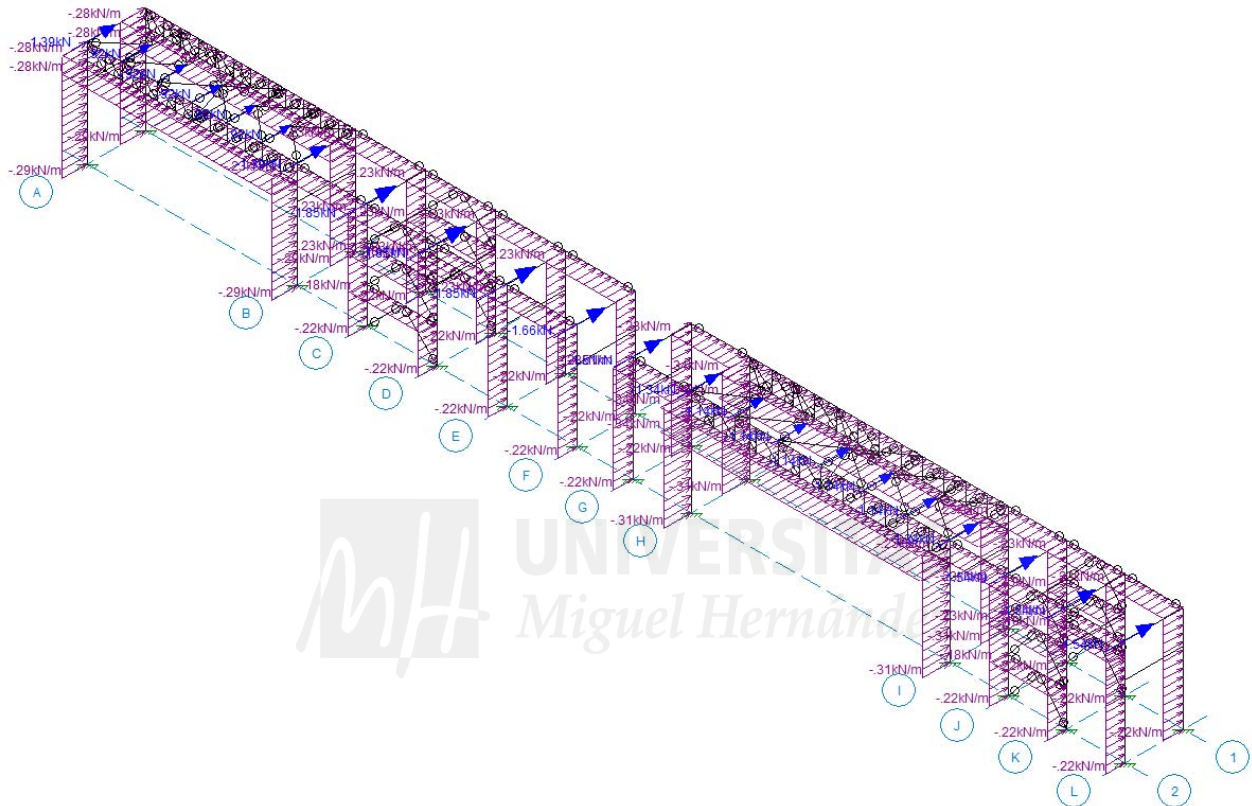
A continuación se muestran las acciones introducidas al programa dentro de esta hipótesis:



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 54 de 161</p>

Viento transversal en dirección -Z

A continuación se muestran las acciones introducidas al programa dentro de esta hipótesis, en el que el valor de las cargas es el mismo que el indicado en el apartado anterior pero en dirección contraria:





- **Sismo (EX y EZ):**

Las acciones sísmicas se consideran según el espectro de respuesta para la localidad de Orihuela en Alicante según NCSE-02, y de acuerdo a lo indicado en el apartado 4.

A efectos de la determinación de las acciones sísmicas, se considerarán la totalidad de las cargas permanentes y cargas de operación, consideradas estas cargas en las direcciones X y Z del programa de cálculo.

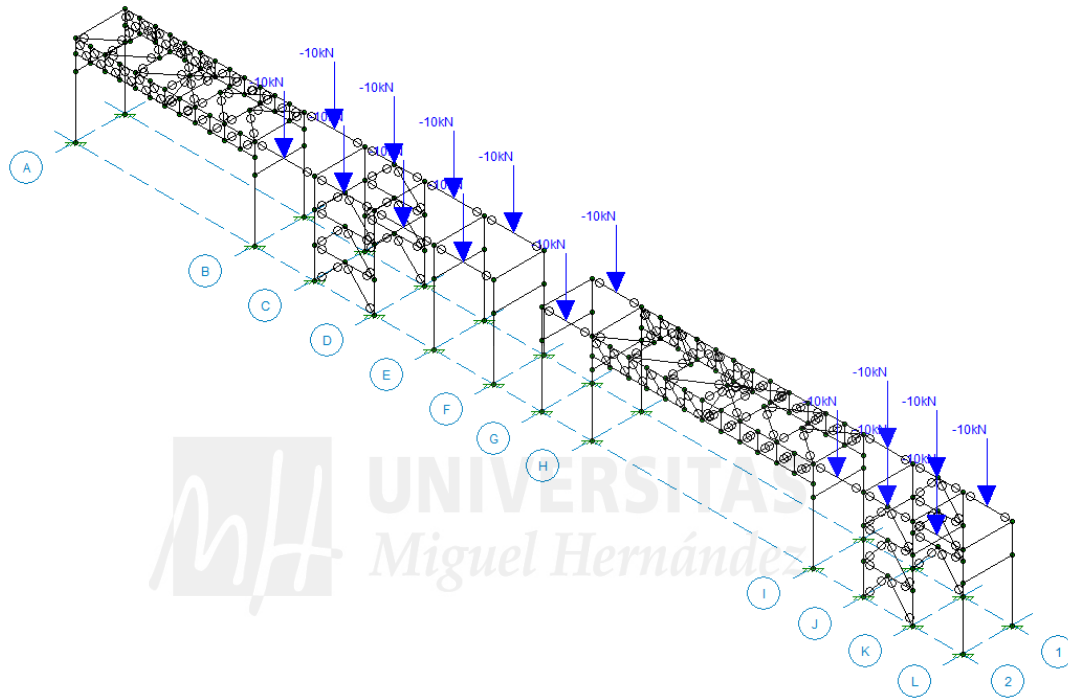
Se considerarán los modos de vibración que contribuyen al menos con un 90% de la masa y se incluirán todos los modos con masa efectiva superior al 5%.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 55 de 161</p>

- **Vigas de atado (V):**

En esta hipótesis se introduce en la mitad del vano de las vigas de atado del rack una carga de 10 kN de cara a dimensionar estas vigas con una cierta capacidad a esfuerzos flectores y cortantes como previsión de sobrecargas no previstas sobre estas vigas.

A continuación se muestran las acciones introducidas al programa dentro de esta hipótesis:



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 56 de 161



7.3. CARGAS E HIPÓTESIS CONSIDERADAS

- Nombre de las hipótesis

Nombre hipótesis	Abreviatura
Pesos propios y cargas muertas	D
Cargas de Operación	Q2
Fricción	Fr
Viento X	WLX
Viento -X	-WLX
Viento +Z	WLZ
Viento -Z	-WLZ
Vigas de atado	V
Sismo en dirección X	EX
Sismo en dirección Z	EZ

- Combinaciones ELU

Nº Combinación	Descripción
3	1.35D + 1.35Q2
4	1.35D + 1.5V
5	0.8D + Q2
6	1.35D + 1.50WX
7	1.35D + 1.50WZ
8	1.35D - 1.50WX
9	1.35D - 1.50WZ
10	0.8D + 1.5WX
11	0.8D + 1.5WZ
12	0.8D - 1.5WX
13	0.8D - 1.5WZ
14	1.35D + 1.35Q2 + 1.50WX
15	1.35D + 1.35Q2 + 1.50WZ
16	1.35D + 1.35Q2 - 1.50WX
17	1.35D + 1.35Q2 - 1.50WZ
18	1.35D + 1.35Q2 + 1.35Fr
19	1.35D + 1.35Q2 - 1.35Fr
20	0.8D + Q2 + 1.35Fr
21	0.8D + Q2 - 1.35Fr
22	0.8D + Q2 + 1.5WX
23	0.8D + Q2 + 1.5WZ
24	0.8D + Q2 - 1.5WX
25	0.8D + Q2 - 1.5WZ

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 57 de 161</p>

- **Sismo en vacío**



Nº Combinación	Descripción
29	D + EX + 0.3EZ
30	D + EX - 0.3EZ
31	D + EZ + 0.3EX
32	D + EZ - 0.3EX
33	D - EX + 0.3EZ
34	D - EX - 0.3EZ
35	D - EZ + 0.3EX
36	D - EZ - 0.3EX

- **Sismo en operación**

Nº Combinación	Descripción
40	D + Q2 + EX + 0.3EZ
41	D + Q2 + EX - 0.3EZ
42	D + Q2 + EZ + 0.3EX
43	D + Q2 + EZ - 0.3EX
44	D + Q2 - EX + 0.3EZ
45	D + Q2 - EX - 0.3EZ
46	D + Q2 - EZ + 0.3EX
47	D + Q2 - EZ - 0.3EX

- **ELS**

Nº Combinación	Descripción
51	D + Q2
52	D + V
53	0.9D + WX
54	0.9D + WZ
55	0.9D - WX
56	0.9D - WZ
57	0.9D + Q2
58	D + Q2 + WX
59	D + Q2 + WZ
60	D + Q2 - WX
61	D + Q2 - WZ
62	D + Q2 + Fr
63	D + Q2 - Fr
64	0.9D + Q2 + Fr
65	0.9D + Q2 - Fr
66	0.9D + Q2 + WX
67	0.9D + Q2 + WZ
68	0.9D + Q2 - WX
69	0.9D + Q2 - WZ

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 58 de 161</p>

- **Masa sísmica en vacío**

Nº Combinación	Descripción
72	D

- **Masa sísmica en operación**

Nº Combinación	Descripción
75	D + Q2



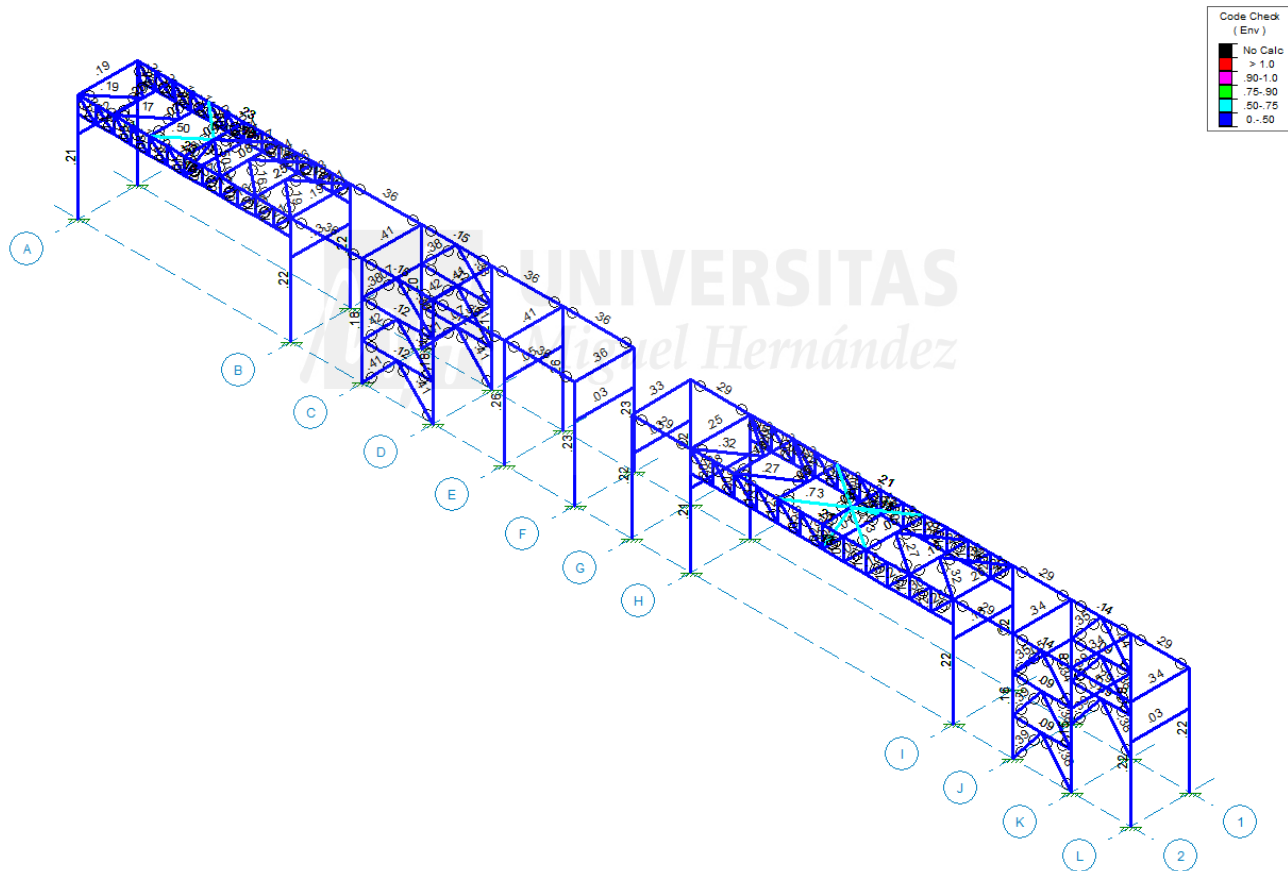
	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 59 de 161</p>



7.4. VERIFICACIÓN DE LOS E.L.U.

Tal y como se ha indicado previamente, el software empleado en el cálculo permite la verificación de los estados límite definidos en la normativa de aplicación (en este caso el Eurocódigo 2), constituyendo por tanto una herramienta idónea para el diseño de elementos estructurales de acero.

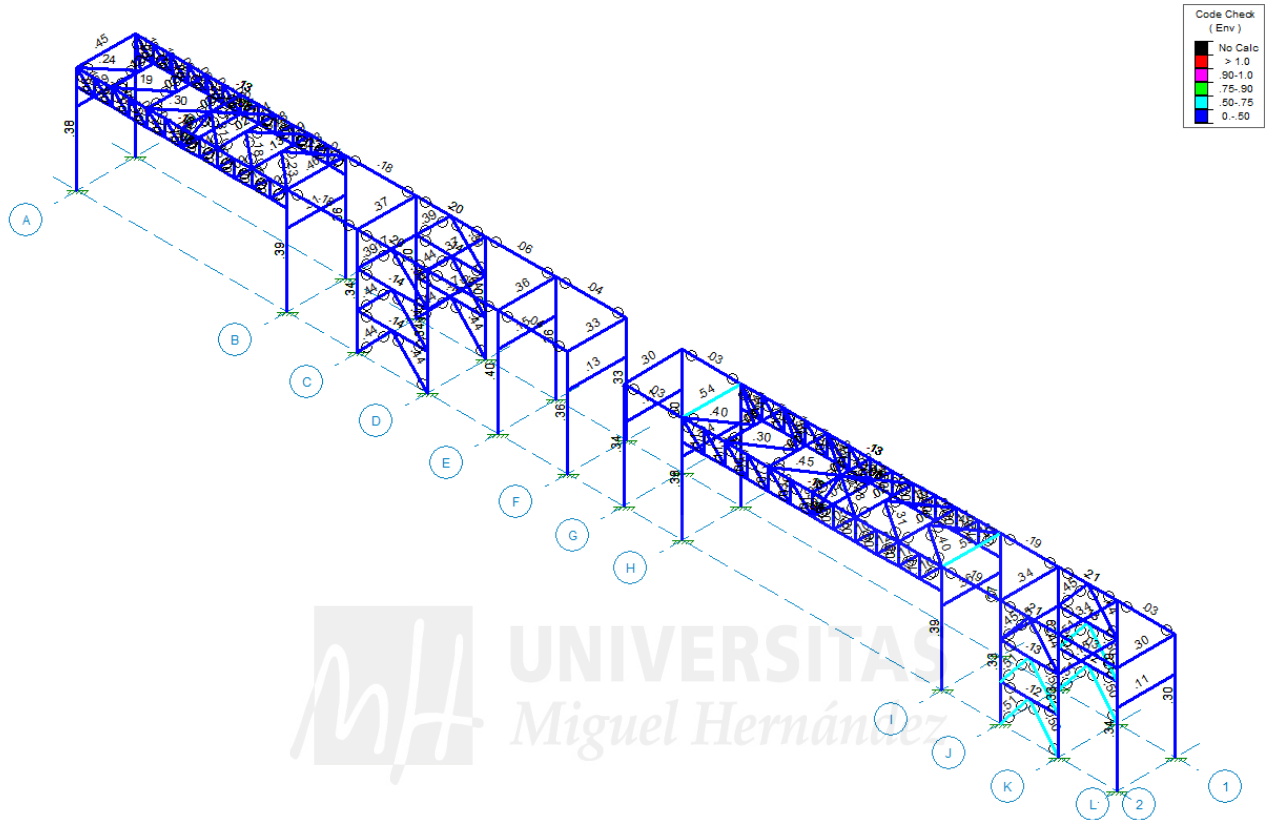
En la siguiente imagen se muestra el grado de aprovechamiento de los perfiles que conforman la estructura, entendiendo tal como la relación, en tanto por uno, entre la acción máxima que actúa en un punto, mayorada por los correspondientes coeficientes, y la resistencia del elemento para el ELU más desfavorable, apreciándose que, en todos los casos, el valor resultante es inferior a la unidad, verificándose por tanto el cumplimiento de los requisitos legales de aplicación:



ELU SIN SISMO



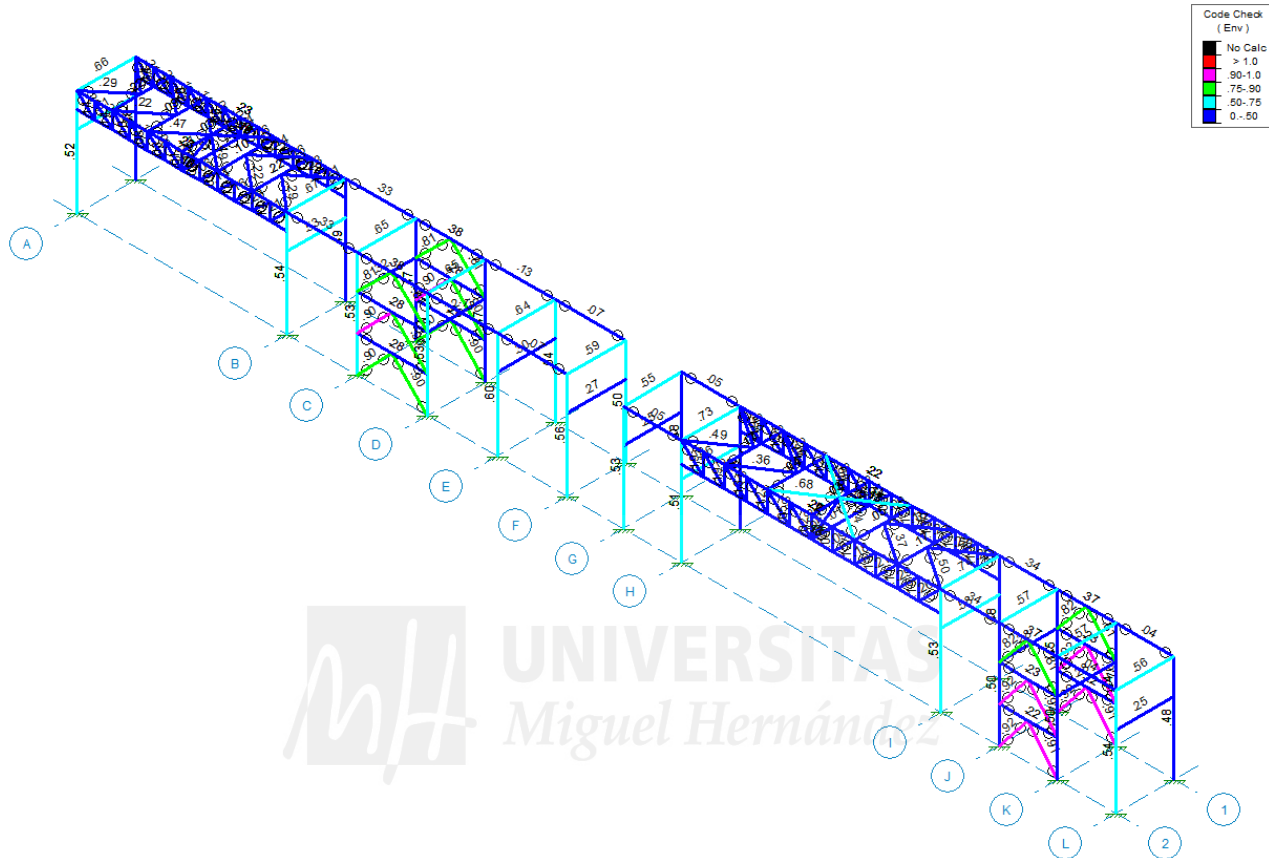
	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 60 de 161</p>

ELU CON SISMO EN VACIO



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 61 de 161</p>

ELU CON SISMO EN OPERACION





A continuación se acompaña un listado resumido de las comprobaciones que realiza el programa referido:

- ELU SIN SISMO



Barra	Perfil	Code Check	LC	Shear Check	LC	Nc Rd (kN)	Nt Rd (kN)	Mcy Rd (kNm)	Mcz Rd (kNm)	E q EC3
M1	HE240B	0.214	15	0.056	15	957.742	2915	136.95	266.423	EN6_62
M2	HE240B	0.214	17	0.056	17	957.742	2915	136.95	266.423	EN6_62
M3	HE240B	0.224	15	0.057	15	957.742	2915	136.95	266.417	EN6_62
M4	HE240B	0.224	17	0.057	17	957.742	2915	136.95	266.417	EN6_62
M5	HE180B	0.181	19	0.055	18	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M6	HE180B	0.205	15	0.055	18	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M7	HE180B	0.184	17	0.055	19	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M8	HE180B	0.208	15	0.055	19	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M9	HE180B	0.263	15	0.055	19	277.227	1795.75	63.525	120.366	EN6_62
M10	HE180B	0.263	17	0.055	19	277.227	1795.75	63.525	120.366	EN6_62
M11	HE180B	0.232	18	0.049	19	277.227	1795.75	63.525	121.488	EN6_62

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 62 de 161



M12	HE180B	0.232	18	0.049	19	277.227	1795.75	63.525	121.488	EN6_62
M13	HE180B	0.228	17	0.026	17	1238.246	1795.75	63.525	132.275	EN6_62
M14	HE180B	0.147	17	0.037	15	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_5
M15	HE180B	0.147	15	0.037	17	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_5
M16	HE180B	0.228	15	0.026	15	1238.246	1795.75	63.525	132.275	EN6_62
M17	HE120A	0.145	15	0.042	17	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M18	HE120A	0.145	17	0.042	15	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M19	HE120A	0.139	17	0.032	17	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M20	HE120A	0.139	15	0.032	15	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M21	HE120A	0.091	17	0.023	17	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M22	HE120A	0.091	15	0.023	15	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M23	HE120A	0.081	17	0.016	17	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M24	HE120A	0.081	15	0.016	15	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M25	HE120A	0.035	17	0.01	17	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M26	HE120A	0.035	15	0.01	15	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M27	HE120A	0.015	15	0	16	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M28	HE120A	0.015	17	0	16	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M29	HE120A	0.035	17	0.01	17	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M30	HE120A	0.035	15	0.01	15	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M31	HE120A	0.082	17	0.016	17	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M32	HE120A	0.082	15	0.016	15	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M33	HE120A	0.091	17	0.023	17	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M34	HE120A	0.091	15	0.023	15	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M35	HE120A	0.14	17	0.033	17	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M36	HE120A	0.14	15	0.033	15	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M37	HE120A	0.146	15	0.043	17	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M38	HE120A	0.146	17	0.043	15	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M39	L80x80x10	0.214	17	0.004	19	140.499	415.25			EN6_5
M40	L80x80x10	0.231	17	0.003	17	140.499	415.25			EN6_5
M41	L80x80x10	0.157	17	0.002	9	140.499	415.25			EN6_5
M42	L80x80x10	0.136	17	0.002	7	140.499	415.25			EN6_5
M43	L80x80x10	0.065	17	0.001	18	140.499	415.25			EN6_5
M44	L80x80x10	0.042	17	0.002	7	140.499	415.25			EN6_5
M45	L80x80x10	0.043	17	0.002	7	140.499	415.25			EN6_5
M46	L80x80x10	0.066	17	0.001	19	140.499	415.25			EN6_5
M47	L80x80x10	0.137	17	0.002	7	140.499	415.25			EN6_5
M48	L80x80x10	0.158	17	0.002	9	140.499	415.25			EN6_5
M49	L80x80x10	0.232	17	0.003	17	140.499	415.25			EN6_5
M50	L80x80x10	0.213	17	0.004	18	140.499	415.25			EN6_5
M51	L80x80x10	0.214	15	0.004	19	140.499	415.25			EN6_5
M52	L80x80x10	0.231	15	0.003	15	140.499	415.25			EN6_5

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 63 de 161



M53	L80x80x10	0.157	15	0.002	7	140.499	415.25			EN6_5
M54	L80x80x10	0.136	15	0.002	9	140.499	415.25			EN6_5
M55	L80x80x10	0.065	15	0.001	18	140.499	415.25			EN6_5
M56	L80x80x10	0.042	15	0.002	9	140.499	415.25			EN6_5
M57	L80x80x10	0.043	15	0.002	9	140.499	415.25			EN6_5
M58	L80x80x10	0.066	15	0.001	19	140.499	415.25			EN6_5
M59	L80x80x10	0.137	15	0.002	9	140.499	415.25			EN6_5
M60	L80x80x10	0.158	15	0.002	7	140.499	415.25			EN6_5
M61	L80x80x10	0.232	15	0.003	15	140.499	415.25			EN6_5
M62	L80x80x10	0.213	15	0.004	18	140.499	415.25			EN6_5
M63	HE180A	0.364	18	0.176	17	497.976	1245.75	42.9	74.485	EN6_62
M64	HE180A	0.405	18	0.199	17	497.976	1245.75	42.9	74.48	EN6_62
M65	HE180A	0.405	18	0.2	17	497.976	1245.75	42.9	74.478	EN6_62
M66	HE180A	0.405	18	0.2	17	497.976	1245.75	42.9	74.481	EN6_62
M67	HE180B	0.191	15	0.14	17	1353.267	1795.75	63.525	123.354	EN6_61
M68	HE180B	0.187	15	0.138	17	1353.267	1795.75	63.525	123.327	EN6_61
M69	HE180B	0.255	17	0.07	17	1353.267	1795.75	63.525	110.048	EN6_61
M70	HE180B	0.074	19	0.07	17	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_41
M71	HE180B	0.042	17	0.039	19	1353.267	1795.75	63.525	108.466	EN6_61
M72	HE180B	0.075	18	0.07	17	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_41
M73	HE180B	0.255	17	0.07	17	1353.267	1795.75	63.525	110.048	EN6_61
M74	HE160A	0.358	4	0.042	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M75	HE160A	0.153	18	0.005	15	266.063	1067	32.45	49.494	EN6_62
M76	HE160A	0.358	4	0.041	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M77	HE160A	0.358	4	0.041	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M78	HE160A	0.358	4	0.042	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M79	HE160A	0.153	18	0.005	17	266.063	1067	32.45	49.494	EN6_62
M80	HE160A	0.358	4	0.041	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M81	HE160A	0.358	4	0.041	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M82	HE160A	0.122	17	0.046	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M83	HE160A	0.131	17	0.048	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M84	HE160A	0.071	17	0.035	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M85	HE160A	0.071	17	0.035	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M86	HE160A	0.054	17	0.031	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M87	HE160A	0.033	16	0.024	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M88	HE160A	0.121	19	0.004	17	266.063	1067	32.45	49.705	EN6_62
M89	HE160A	0.121	19	0.004	15	266.063	1067	32.45	49.705	EN6_62
M90	HE160A	0.12	19	0.005	15	266.063	1067	32.45	49.841	EN6_62
M91	HE160A	0.12	19	0.005	17	266.063	1067	32.45	49.841	EN6_62
M92	1/2 HEA200	0.382	19	0.005	15	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M93	1/2 HEA200	0.377	18	0.005	15	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 64 de 161



M94	1/2 HEA200	0.417	19	0.003	17	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M95	1/2 HEA200	0.412	18	0.003	17	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M96	1/2 HEA200	0.414	19	0.005	17	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M97	1/2 HEA200	0.409	18	0.005	17	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M98	1/2 HEA200	0.409	18	0.005	15	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M99	1/2 HEA200	0.414	19	0.005	15	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M100	1/2 HEA200	0.412	18	0.003	15	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M101	1/2 HEA200	0.417	19	0.003	15	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M102	1/2 HEA200	0.377	18	0.005	17	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M103	1/2 HEA200	0.382	19	0.005	17	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M104	1/2 HEA200	0.194	15	0.011	17	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M105	1/2 HEA200	0.194	17	0.011	15	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M106	1/2 HEA200	0.17	15	0.008	17	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M107	1/2 HEA200	0.17	17	0.008	15	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M108	1/2 HEA200	0.503	15	0.009	17	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M109	1/2 HEA200	0.503	17	0.009	15	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M110	1/2 HEA200	0.188	15	0.011	17	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M111	1/2 HEA200	0.188	17	0.011	15	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M112	1/2 HEA200	0.163	15	0.008	17	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M113	1/2 HEA200	0.163	17	0.008	15	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M114	1/2 HEA200	0.498	18	0.009	17	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M115	1/2 HEA200	0.498	18	0.009	15	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M116	HE260B	0.211	15	0.068	15	1296.967	3245	165.55	327.109	EN6_62
M117	HE260B	0.211	17	0.068	17	1296.967	3245	165.55	327.109	EN6_62
M118	HE260B	0.22	15	0.069	15	1296.967	3245	165.55	327.103	EN6_62
M119	HE260B	0.22	17	0.069	17	1296.967	3245	165.55	327.103	EN6_62
M120	HE180B	0.218	14	0.045	19	277.227	1795.75	63.525	121.496	EN6_62
M121	HE180B	0.218	14	0.045	19	277.227	1795.75	63.525	121.496	EN6_62
M122	HE180B	0.16	17	0.046	18	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M123	HE180B	0.181	15	0.046	18	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M124	HE180B	0.155	17	0.046	19	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M125	HE180B	0.175	15	0.046	19	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M126	HE180B	0.217	16	0.046	19	277.227	1795.75	63.525	121.495	EN6_62
M127	HE180B	0.217	16	0.046	19	277.227	1795.75	63.525	121.495	EN6_62
M128	HE220B	0.213	17	0.026	17	1715.966	2502.5	108.35	216.443	EN6_62
M129	HE220B	0.134	17	0.035	17	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_5
M130	HE220B	0.213	15	0.026	15	1715.966	2502.5	108.35	216.443	EN6_62
M131	HE220B	0.134	15	0.035	15	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_5
M132	HE120A	0.202	17	0.037	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M133	HE120A	0.202	15	0.037	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M134	HE120A	0.2	17	0.029	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 65 de 161

M135	HE120A	0.2	15	0.029	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M136	HE120A	0.133	17	0.021	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M137	HE120A	0.133	15	0.021	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M138	HE120A	0.117	17	0.014	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M139	HE120A	0.117	15	0.014	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M140	HE120A	0.05	17	0.009	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M141	HE120A	0.05	15	0.009	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M142	HE120A	0.022	15	0	16	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M143	HE120A	0.022	17	0	16	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M144	HE120A	0.051	17	0.009	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M145	HE120A	0.051	15	0.009	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M146	HE120A	0.118	17	0.014	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M147	HE120A	0.118	15	0.014	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M148	HE120A	0.128	17	0.02	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M149	HE120A	0.128	15	0.02	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M150	HE120A	0.111	17	0.026	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M151	HE120A	0.111	15	0.026	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M152	HE120A	0.111	17	0.026	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M153	HE120A	0.111	15	0.026	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M154	HE120A	0.2	17	0.037	17	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M155	HE120A	0.2	15	0.037	15	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M156	L80x80x10	0.277	17	0.003	15	95.207	415.25			EN6_5
M157	L80x80x10	0.3	17	0.003	17	95.207	415.25			EN6_5
M158	L80x80x10	0.211	17	0.002	9	95.207	415.25			EN6_5
M159	L80x80x10	0.178	17	0.002	7	95.207	415.25			EN6_5
M160	L80x80x10	0.09	17	0.002	15	95.207	415.25			EN6_5
M161	L80x80x10	0.053	17	0.002	7	95.207	415.25			EN6_5
M162	L80x80x10	0.054	17	0.002	7	95.207	415.25			EN6_5
M163	L80x80x10	0.091	17	0.002	15	95.207	415.25			EN6_5
M164	L80x80x10	0.178	17	0.002	7	95.207	415.25			EN6_5
M165	L80x80x10	0.209	17	0.002	9	95.207	415.25			EN6_5
M166	L80x80x10	0.299	17	0.003	17	95.207	415.25			EN6_5
M167	L80x80x10	0.276	17	0.003	15	95.207	415.25			EN6_5
M168	L80x80x10	0.277	15	0.003	17	95.207	415.25			EN6_5
M169	L80x80x10	0.3	15	0.003	15	95.207	415.25			EN6_5
M170	L80x80x10	0.211	15	0.002	7	95.207	415.25			EN6_5
M171	L80x80x10	0.178	15	0.002	9	95.207	415.25			EN6_5
M172	L80x80x10	0.09	15	0.002	17	95.207	415.25			EN6_5
M173	L80x80x10	0.053	15	0.002	9	95.207	415.25			EN6_5
M174	L80x80x10	0.054	15	0.002	9	95.207	415.25			EN6_5
M175	L80x80x10	0.091	15	0.002	17	95.207	415.25			EN6_5

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 66 de 161

M176	L80x80x10	0.178	15	0.002	9	95.207	415.25			EN6_5
M177	L80x80x10	0.209	15	0.002	7	95.207	415.25			EN6_5
M178	L80x80x10	0.299	15	0.003	15	95.207	415.25			EN6_5
M179	L80x80x10	0.276	15	0.003	17	95.207	415.25			EN6_5
M180	HE180A	0.331	19	0.16	17	497.976	1245.75	42.9	74.493	EN6_62
M181	HE180B	0.25	17	0.148	17	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_41
M182	HE180B	0.256	17	0.149	17	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_41
M183	HE180A	0.337	19	0.168	17	497.976	1245.75	42.9	74.49	EN6_62
M184	HE180A	0.337	19	0.168	17	497.976	1245.75	42.9	74.492	EN6_62
M185	HE180A	0.337	19	0.163	17	497.976	1245.75	42.9	74.49	EN6_62
M186	HE160A	0.033	16	0.023	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M187	HE160A	0.177	17	0.055	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M188	HE160A	0.183	17	0.056	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M189	HE160A	0.054	17	0.031	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M190	HE160A	0.054	17	0.031	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M191	HE160A	0.033	16	0.023	17	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M192	HE160A	0.294	4	0.041	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M193	HE160A	0.294	4	0.041	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M194	HE160A	0.294	4	0.041	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M195	HE160A	0.139	18	0.004	15	355.181	1067	32.45	53.757	EN6_62
M196	HE160A	0.294	4	0.04	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M197	HE160A	0.294	4	0.041	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M198	HE160A	0.139	18	0.004	17	355.181	1067	32.45	53.757	EN6_62
M199	HE160A	0.294	4	0.04	4	1067	1067	32.45	67.375	EN6_31
M200	HE160A	0.09	19	0.004	17	355.181	1067	32.45	53.918	EN6_62
M201	HE160A	0.09	19	0.004	15	355.181	1067	32.45	54.002	EN6_62
M202	HE160A	0.09	19	0.004	15	355.181	1067	32.45	53.918	EN6_62
M203	HE160A	0.09	19	0.004	17	355.181	1067	32.45	54.002	EN6_62
M204	1/2 HEA200	0.388	19	0.004	17	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M205	1/2 HEA200	0.379	18	0.004	17	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M206	1/2 HEA200	0.391	19	0.003	17	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M207	1/2 HEA200	0.382	18	0.003	17	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M208	1/2 HEA200	0.352	19	0.004	16	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M209	1/2 HEA200	0.344	18	0.004	14	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M210	1/2 HEA200	0.388	19	0.004	15	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M211	1/2 HEA200	0.379	18	0.004	15	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M212	1/2 HEA200	0.391	19	0.003	15	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M213	1/2 HEA200	0.382	18	0.003	15	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M214	1/2 HEA200	0.352	19	0.004	16	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M215	1/2 HEA200	0.344	18	0.004	14	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M216	HE220B	0.18	17	0.063	17	2081.091	2502.5	108.35	196.261	EN6_61

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 67 de 161



M217	HE220B	0.05	19	0.063	17	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_41
M218	HE220B	0.031	17	0.035	19	2081.091	2502.5	108.35	197.464	EN6_61
M219	HE220B	0.052	18	0.063	17	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_41
M220	HE220B	0.18	17	0.063	17	2081.091	2502.5	108.35	196.261	EN6_61
M221	1/2 HEA200	0.317	15	0.013	17	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M222	1/2 HEA200	0.317	17	0.013	15	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M223	1/2 HEA200	0.265	15	0.008	17	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M224	1/2 HEA200	0.265	17	0.008	15	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M225	1/2 HEA200	0.726	15	0.009	17	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M226	1/2 HEA200	0.726	17	0.009	15	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M227	1/2 HEA200	0.322	15	0.013	17	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M228	1/2 HEA200	0.322	17	0.013	15	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M229	1/2 HEA200	0.271	15	0.008	14	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M230	1/2 HEA200	0.271	17	0.008	14	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M231	1/2 HEA200	0.731	15	0.009	17	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M232	1/2 HEA200	0.731	17	0.009	15	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M233	HE180B	0.021	16	0.005	17	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_41
M234	HE220B	0.015	16	0.005	17	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_41
M235	L80x80x10	0.428	17	0.002	8	79.062	415.25			EN6_31
M236	L80x80x10	0.428	15	0.002	8	79.062	415.25			EN6_31
M237	L80x80x10	0.533	17	0.002	8	69.345	415.25			EN6_31
M238	L80x80x10	0.533	15	0.002	8	69.345	415.25			EN6_31

- ELU CON SISMO EN VACIO



Barra	Perfil	Code Check	LC	Shear Check	LC	Nc Rd (kN)	Nt Rd (kN)	Mcy Rd (kNm)	Mcz Rd (kNm)	E q EC3
M1	HE240B	0.376	31	0.058	36	2296.129	2915	136.95	251.085	EN6_61
M2	HE240B	0.351	31	0.058	31	2296.129	2915	136.95	250.427	EN6_61
M3	HE240B	0.39	31	0.059	36	2296.129	2915	136.95	251.078	EN6_61
M4	HE240B	0.364	31	0.059	31	2296.129	2915	136.95	250.434	EN6_61
M5	HE180B	0.344	31	0.038	36	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M6	HE180B	0.303	35	0.038	32	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M7	HE180B	0.343	31	0.038	36	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M8	HE180B	0.303	35	0.038	32	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M9	HE180B	0.397	31	0.037	36	1149.872	1795.75	63.525	98.717	EN6_61
M10	HE180B	0.356	36	0.037	32	1149.872	1795.75	63.525	98.717	EN6_61
M11	HE180B	0.363	31	0.034	36	1149.872	1795.75	63.525	98.651	EN6_61
M12	HE180B	0.326	36	0.034	32	1149.872	1795.75	63.525	98.651	EN6_61
M13	HE180B	0.129	29	0.014	36	1238.246	1795.75	63.525	132.275	EN6_62
M14	HE180B	0.084	34	0.026	36	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_5
M15	HE180B	0.084	34	0.025	36	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_5

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 68 de 161



M16	HE180B	0.13	29	0.015	36	1238.246	1795.75	63.525	132.275	EN6_62
M17	HE120A	0.08	30	0.024	36	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M18	HE120A	0.082	29	0.024	36	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M19	HE120A	0.078	29	0.019	36	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M20	HE120A	0.078	29	0.019	36	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M21	HE120A	0.054	29	0.014	36	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M22	HE120A	0.054	29	0.014	36	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M23	HE120A	0.046	29	0.009	34	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M24	HE120A	0.046	29	0.009	34	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M25	HE120A	0.019	29	0.005	36	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M26	HE120A	0.019	29	0.005	36	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M27	HE120A	0.008	29	0	29	573.272	695.75	16.197	31.007	EN6_62
M28	HE120A	0.008	29	0	29	573.272	695.75	16.197	31.007	EN6_62
M29	HE120A	0.02	29	0.005	31	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M30	HE120A	0.02	29	0.005	31	663.179	695.75	16.197	32.725	EN6_61
M31	HE120A	0.047	29	0.009	29	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M32	HE120A	0.047	29	0.009	29	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M33	HE120A	0.055	29	0.014	31	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M34	HE120A	0.055	29	0.014	31	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M35	HE120A	0.079	29	0.019	31	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M36	HE120A	0.079	29	0.02	31	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M37	HE120A	0.081	30	0.025	31	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M38	HE120A	0.083	29	0.025	31	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M39	L80x80x10	0.121	34	0.003	36	140.499	415.25			EN6_5
M40	L80x80x10	0.13	34	0.002	36	140.499	415.25			EN6_5
M41	L80x80x10	0.093	34	0.002	36	140.499	415.25			EN6_5
M42	L80x80x10	0.079	34	0.002	31	140.499	415.25			EN6_5
M43	L80x80x10	0.039	34	0.001	31	140.499	415.25			EN6_5
M44	L80x80x10	0.023	34	0.001	36	140.499	415.25			EN6_5
M45	L80x80x10	0.024	34	0.001	31	140.499	415.25			EN6_5
M46	L80x80x10	0.039	34	0.001	36	140.499	415.25			EN6_5
M47	L80x80x10	0.079	34	0.002	36	140.499	415.25			EN6_5
M48	L80x80x10	0.093	34	0.002	31	140.499	415.25			EN6_5
M49	L80x80x10	0.13	34	0.002	31	140.499	415.25			EN6_5
M50	L80x80x10	0.121	34	0.003	31	140.499	415.25			EN6_5
M51	L80x80x10	0.121	34	0.003	31	140.499	415.25			EN6_5
M52	L80x80x10	0.13	34	0.002	31	140.499	415.25			EN6_5
M53	L80x80x10	0.093	34	0.002	31	140.499	415.25			EN6_5
M54	L80x80x10	0.079	34	0.002	36	140.499	415.25			EN6_5
M55	L80x80x10	0.039	34	0.001	36	140.499	415.25			EN6_5
M56	L80x80x10	0.023	34	0.001	31	140.499	415.25			EN6_5

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 69 de 161



M57	L80x80x10	0.024	34	0.001	36	140.499	415.25			EN6_5
M58	L80x80x10	0.039	34	0.001	31	140.499	415.25			EN6_5
M59	L80x80x10	0.079	34	0.002	31	140.499	415.25			EN6_5
M60	L80x80x10	0.093	34	0.002	36	140.499	415.25			EN6_5
M61	L80x80x10	0.13	34	0.002	36	140.499	415.25			EN6_5
M62	L80x80x10	0.121	34	0.003	36	140.499	415.25			EN6_5
M63	HE180A	0.326	36	0.082	36	922.498	1245.75	42.9	68.272	EN6_61
M64	HE180A	0.359	36	0.09	36	922.498	1245.75	42.9	68.275	EN6_61
M65	HE180A	0.371	36	0.092	36	922.498	1245.75	42.9	68.213	EN6_61
M66	HE180A	0.371	36	0.092	36	922.498	1245.75	42.9	68.214	EN6_61
M67	HE180B	0.458	35	0.098	36	1353.267	1795.75	63.525	107.53	EN6_61
M68	HE180B	0.45	35	0.096	36	1353.267	1795.75	63.525	107.545	EN6_61
M69	HE180B	0.125	33	0.029	33	1353.267	1795.75	63.525	110.88	EN6_61
M70	HE180B	0.02	34	0.033	34	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_41
M71	HE180B	0.016	32	0.013	34	1353.267	1795.75	63.525	109.942	EN6_61
M72	HE180B	0.023	34	0.033	33	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_41
M73	HE180B	0.125	33	0.029	34	1353.267	1795.75	63.525	110.875	EN6_61
M74	HE160A	0.178	29	0.008	31	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M75	HE160A	0.197	29	0.004	36	266.063	1067	32.45	48.855	EN6_62
M76	HE160A	0.064	29	0.005	32	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M77	HE160A	0.039	29	0.006	36	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M78	HE160A	0.178	29	0.008	36	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M79	HE160A	0.197	29	0.003	32	266.063	1067	32.45	48.855	EN6_62
M80	HE160A	0.064	29	0.005	36	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M81	HE160A	0.039	29	0.006	32	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M82	HE160A	0.294	31	0.071	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M83	HE160A	0.307	31	0.072	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M84	HE160A	0.169	32	0.054	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M85	HE160A	0.169	32	0.054	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M86	HE160A	0.149	32	0.051	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M87	HE160A	0.125	32	0.047	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M88	HE160A	0.137	29	0.003	36	266.063	1067	32.45	49.266	EN6_62
M89	HE160A	0.137	29	0.003	36	266.063	1067	32.45	49.266	EN6_62
M90	HE160A	0.138	29	0.004	32	266.063	1067	32.45	49.455	EN6_62
M91	HE160A	0.138	29	0.004	32	266.063	1067	32.45	49.455	EN6_62
M92	1/2 HEA200	0.39	29	0.003	32	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M93	1/2 HEA200	0.388	29	0.003	36	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M94	1/2 HEA200	0.439	29	0.003	36	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M95	1/2 HEA200	0.436	29	0.003	32	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M96	1/2 HEA200	0.439	29	0.007	32	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M97	1/2 HEA200	0.437	29	0.007	36	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 70 de 161



M98	1/2 HEA200	0.437	29	0.007	32	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M99	1/2 HEA200	0.439	29	0.007	36	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M100	1/2 HEA200	0.436	29	0.003	36	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M101	1/2 HEA200	0.439	29	0.003	32	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M102	1/2 HEA200	0.388	29	0.003	32	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M103	1/2 HEA200	0.39	29	0.003	36	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M104	1/2 HEA200	0.236	31	0.011	36	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M105	1/2 HEA200	0.236	31	0.011	31	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M106	1/2 HEA200	0.185	31	0.007	31	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M107	1/2 HEA200	0.185	31	0.007	36	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M108	1/2 HEA200	0.302	29	0.006	31	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M109	1/2 HEA200	0.302	29	0.006	36	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M110	1/2 HEA200	0.235	31	0.011	31	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M111	1/2 HEA200	0.235	31	0.011	36	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M112	1/2 HEA200	0.183	31	0.007	36	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M113	1/2 HEA200	0.183	31	0.007	31	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M114	1/2 HEA200	0.313	29	0.006	36	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M115	1/2 HEA200	0.313	29	0.006	31	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M116	HE260B	0.376	32	0.07	36	2657.803	3245	165.55	313.875	EN6_61
M117	HE260B	0.355	32	0.07	31	2657.803	3245	165.55	313.406	EN6_61
M118	HE260B	0.392	31	0.072	36	2657.803	3245	165.55	313.862	EN6_61
M119	HE260B	0.371	31	0.072	31	2657.803	3245	165.55	313.404	EN6_61
M120	HE180B	0.338	31	0.031	36	1149.872	1795.75	63.525	98.595	EN6_61
M121	HE180B	0.303	35	0.031	32	1149.872	1795.75	63.525	98.595	EN6_61
M122	HE180B	0.329	31	0.034	36	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M123	HE180B	0.292	35	0.034	32	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M124	HE180B	0.329	31	0.034	36	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M125	HE180B	0.291	35	0.034	32	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M126	HE180B	0.338	31	0.031	36	1149.872	1795.75	63.525	98.608	EN6_61
M127	HE180B	0.305	36	0.031	32	1149.872	1795.75	63.525	98.608	EN6_61
M128	HE220B	0.132	29	0.014	31	1715.966	2502.5	108.35	227.425	EN6_62
M129	HE220B	0.078	34	0.026	36	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_5
M130	HE220B	0.133	29	0.015	36	1715.966	2502.5	108.35	227.425	EN6_62
M131	HE220B	0.078	34	0.026	36	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_5
M132	HE120A	0.114	29	0.022	36	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M133	HE120A	0.115	29	0.022	36	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M134	HE120A	0.112	29	0.018	36	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M135	HE120A	0.112	29	0.018	36	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M136	HE120A	0.08	29	0.013	36	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M137	HE120A	0.08	29	0.013	36	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M138	HE120A	0.067	29	0.008	34	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 71 de 161

M139	HE120A	0.067	29	0.008	34	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M140	HE120A	0.03	29	0.005	36	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M141	HE120A	0.03	29	0.005	36	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M142	HE120A	0.012	29	0	29	510.145	695.75	16.197	30.057	EN6_62
M143	HE120A	0.012	29	0	29	510.145	695.75	16.197	30.057	EN6_62
M144	HE120A	0.03	29	0.005	31	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M145	HE120A	0.03	29	0.005	31	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M146	HE120A	0.067	29	0.008	29	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M147	HE120A	0.067	29	0.008	29	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M148	HE120A	0.077	29	0.013	31	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M149	HE120A	0.077	29	0.013	31	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M150	HE120A	0.063	29	0.017	31	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M151	HE120A	0.064	29	0.017	31	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M152	HE120A	0.063	29	0.017	31	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M153	HE120A	0.064	29	0.017	31	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M154	HE120A	0.114	29	0.022	31	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M155	HE120A	0.115	29	0.022	31	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M156	L80x80x10	0.161	34	0.003	36	95.207	415.25			EN6_5
M157	L80x80x10	0.172	34	0.002	36	95.207	415.25			EN6_5
M158	L80x80x10	0.127	34	0.002	36	95.207	415.25			EN6_5
M159	L80x80x10	0.106	34	0.002	31	95.207	415.25			EN6_5
M160	L80x80x10	0.056	34	0.001	31	95.207	415.25			EN6_5
M161	L80x80x10	0.031	34	0.001	36	95.207	415.25			EN6_5
M162	L80x80x10	0.03	34	0.001	31	95.207	415.25			EN6_5
M163	L80x80x10	0.055	34	0.001	36	95.207	415.25			EN6_5
M164	L80x80x10	0.103	34	0.002	36	95.207	415.25			EN6_5
M165	L80x80x10	0.124	34	0.002	31	95.207	415.25			EN6_5
M166	L80x80x10	0.17	34	0.002	31	95.207	415.25			EN6_5
M167	L80x80x10	0.157	34	0.003	31	95.207	415.25			EN6_5
M168	L80x80x10	0.161	34	0.003	31	95.207	415.25			EN6_5
M169	L80x80x10	0.172	34	0.002	31	95.207	415.25			EN6_5
M170	L80x80x10	0.127	34	0.002	31	95.207	415.25			EN6_5
M171	L80x80x10	0.106	34	0.002	36	95.207	415.25			EN6_5
M172	L80x80x10	0.056	34	0.001	36	95.207	415.25			EN6_5
M173	L80x80x10	0.031	34	0.001	31	95.207	415.25			EN6_5
M174	L80x80x10	0.03	34	0.001	36	95.207	415.25			EN6_5
M175	L80x80x10	0.055	34	0.001	31	95.207	415.25			EN6_5
M176	L80x80x10	0.103	34	0.002	31	95.207	415.25			EN6_5
M177	L80x80x10	0.124	34	0.002	36	95.207	415.25			EN6_5
M178	L80x80x10	0.17	34	0.002	36	95.207	415.25			EN6_5
M179	L80x80x10	0.157	34	0.003	36	95.207	415.25			EN6_5

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 72 de 161



M180	HE180A	0.299	36	0.075	36	922.498	1245.75	42.9	68.263	EN6_61
M181	HE180B	0.537	31	0.107	36	1353.267	1795.75	63.525	110.958	EN6_61
M182	HE180B	0.551	31	0.109	36	1353.267	1795.75	63.525	110.871	EN6_61
M183	HE180A	0.335	36	0.081	36	922.498	1245.75	42.9	68.101	EN6_61
M184	HE180A	0.335	36	0.081	36	922.498	1245.75	42.9	68.101	EN6_61
M185	HE180A	0.304	36	0.076	36	922.498	1245.75	42.9	68.267	EN6_61
M186	HE160A	0.107	32	0.044	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M187	HE160A	0.339	31	0.075	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M188	HE160A	0.356	31	0.077	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M189	HE160A	0.148	32	0.051	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M190	HE160A	0.148	32	0.051	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M191	HE160A	0.11	32	0.044	36	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M192	HE160A	0.033	29	0.008	36	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M193	HE160A	0.033	29	0.008	31	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M194	HE160A	0.194	29	0.008	31	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M195	HE160A	0.209	29	0.003	36	355.181	1067	32.45	53.188	EN6_62
M196	HE160A	0.028	29	0.005	32	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M197	HE160A	0.194	29	0.008	36	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M198	HE160A	0.209	29	0.003	32	355.181	1067	32.45	53.188	EN6_62
M199	HE160A	0.028	29	0.005	36	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M200	HE160A	0.125	29	0.003	36	355.181	1067	32.45	53.604	EN6_62
M201	HE160A	0.124	29	0.004	32	355.181	1067	32.45	53.75	EN6_62
M202	HE160A	0.125	29	0.003	36	355.181	1067	32.45	53.604	EN6_62
M203	HE160A	0.124	29	0.004	32	355.181	1067	32.45	53.75	EN6_62
M204	1/2 HEA200	0.508	29	0.006	32	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M205	1/2 HEA200	0.503	29	0.006	36	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M206	1/2 HEA200	0.508	29	0.002	36	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M207	1/2 HEA200	0.504	29	0.002	32	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M208	1/2 HEA200	0.447	29	0.003	32	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M209	1/2 HEA200	0.443	29	0.003	36	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M210	1/2 HEA200	0.508	29	0.006	36	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M211	1/2 HEA200	0.503	29	0.006	32	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M212	1/2 HEA200	0.508	29	0.002	32	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M213	1/2 HEA200	0.504	29	0.002	36	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M214	1/2 HEA200	0.447	29	0.003	36	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M215	1/2 HEA200	0.443	29	0.003	32	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M216	HE220B	0.08	33	0.025	33	2081.091	2502.5	108.35	197.165	EN6_61
M217	HE220B	0.011	30	0.028	34	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_41
M218	HE220B	0.012	32	0.012	34	2081.091	2502.5	108.35	199.238	EN6_61
M219	HE220B	0.016	34	0.028	33	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_41
M220	HE220B	0.082	33	0.025	34	2081.091	2502.5	108.35	197.165	EN6_61

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 73 de 161



M221	1/2 HEA200	0.397	31	0.012	36	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M222	1/2 HEA200	0.397	31	0.012	31	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M223	1/2 HEA200	0.303	31	0.008	31	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M224	1/2 HEA200	0.303	31	0.008	36	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M225	1/2 HEA200	0.453	29	0.006	31	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M226	1/2 HEA200	0.453	29	0.006	36	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M227	1/2 HEA200	0.403	31	0.012	31	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M228	1/2 HEA200	0.403	31	0.012	36	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M229	1/2 HEA200	0.307	31	0.008	36	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M230	1/2 HEA200	0.307	31	0.008	31	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M231	1/2 HEA200	0.483	29	0.006	36	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M232	1/2 HEA200	0.483	29	0.006	31	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M233	HE180B	0.012	36	0.004	36	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_31
M234	HE220B	0.01	36	0.004	36	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_31
M235	L80x80x10	0.198	31	0.001	36	79.062	415.25			EN6_31
M236	L80x80x10	0.198	31	0.001	31	79.062	415.25			EN6_31
M237	L80x80x10	0.265	31	0.001	36	69.345	415.25			EN6_31
M238	L80x80x10	0.265	31	0.001	31	69.345	415.25			EN6_31

- ELU CON SISMO EN OPERACIÓN



Barra	Perfil	Code Check	LC	Shear Check	LC	Nc Rd (kN)	Nt Rd (kN)	Mcy Rd (kNm)	Mcz Rd (kNm)	E q EC3
M1	HE240B	0.524	42	0.08	47	2296.129	2915	136.95	251.584	EN6_61
M2	HE240B	0.476	46	0.08	42	2296.129	2915	136.95	251.588	EN6_61
M3	HE240B	0.543	42	0.08	47	2296.129	2915	136.95	251.574	EN6_61
M4	HE240B	0.49	46	0.08	42	2296.129	2915	136.95	251.577	EN6_61
M5	HE180B	0.533	42	0.066	47	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M6	HE180B	0.472	46	0.066	43	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M7	HE180B	0.532	42	0.066	47	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M8	HE180B	0.472	46	0.066	43	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M9	HE180B	0.601	42	0.065	47	1149.872	1795.75	63.525	99.702	EN6_61
M10	HE180B	0.538	47	0.065	43	1149.872	1795.75	63.525	99.702	EN6_61
M11	HE180B	0.561	42	0.06	47	1149.872	1795.75	63.525	99.595	EN6_61
M12	HE180B	0.503	47	0.06	43	1149.872	1795.75	63.525	99.595	EN6_61
M13	HE180B	0.226	40	0.021	41	1238.246	1795.75	63.525	132.275	EN6_62
M14	HE180B	0.149	45	0.037	47	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_5
M15	HE180B	0.149	45	0.036	47	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_5
M16	HE180B	0.228	40	0.021	40	1238.246	1795.75	63.525	132.275	EN6_62
M17	HE120A	0.143	41	0.038	45	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M18	HE120A	0.144	40	0.038	45	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M19	HE120A	0.141	40	0.03	45	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 74 de 161



M20	HE120A	0.141	40	0.031	45	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M21	HE120A	0.096	40	0.024	45	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M22	HE120A	0.096	40	0.024	45	663.179	695.75	16.197	32.725	EN6_61
M23	HE120A	0.085	40	0.016	45	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M24	HE120A	0.085	40	0.016	45	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M25	HE120A	0.031	40	0.007	45	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M26	HE120A	0.031	40	0.007	45	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M27	HE120A	0.014	40	0	40	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M28	HE120A	0.014	40	0	40	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M29	HE120A	0.033	40	0.007	40	663.179	695.75	16.197	32.725	EN6_61
M30	HE120A	0.033	40	0.007	40	663.179	695.75	16.197	32.725	EN6_61
M31	HE120A	0.086	40	0.016	40	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M32	HE120A	0.086	40	0.016	40	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M33	HE120A	0.098	40	0.024	40	663.179	695.75	16.197	32.725	EN6_61
M34	HE120A	0.098	40	0.024	40	663.179	695.75	16.197	32.725	EN6_61
M35	HE120A	0.142	40	0.03	40	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M36	HE120A	0.143	40	0.031	40	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M37	HE120A	0.145	41	0.038	40	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M38	HE120A	0.146	40	0.038	40	573.272	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M39	L80x80x10	0.214	45	0.004	47	140.499	415.25			EN6_5
M40	L80x80x10	0.233	45	0.002	47	140.499	415.25			EN6_5
M41	L80x80x10	0.163	45	0.002	47	140.499	415.25			EN6_5
M42	L80x80x10	0.142	45	0.002	47	140.499	415.25			EN6_5
M43	L80x80x10	0.062	45	0.002	42	140.499	415.25			EN6_5
M44	L80x80x10	0.039	45	0.001	47	140.499	415.25			EN6_5
M45	L80x80x10	0.04	45	0.001	42	140.499	415.25			EN6_5
M46	L80x80x10	0.063	45	0.002	47	140.499	415.25			EN6_5
M47	L80x80x10	0.142	45	0.002	42	140.499	415.25			EN6_5
M48	L80x80x10	0.163	45	0.002	42	140.499	415.25			EN6_5
M49	L80x80x10	0.234	45	0.002	42	140.499	415.25			EN6_5
M50	L80x80x10	0.214	45	0.005	42	140.499	415.25			EN6_5
M51	L80x80x10	0.214	45	0.004	42	140.499	415.25			EN6_5
M52	L80x80x10	0.233	45	0.002	42	140.499	415.25			EN6_5
M53	L80x80x10	0.163	45	0.002	42	140.499	415.25			EN6_5
M54	L80x80x10	0.142	45	0.002	42	140.499	415.25			EN6_5
M55	L80x80x10	0.062	45	0.002	47	140.499	415.25			EN6_5
M56	L80x80x10	0.039	45	0.001	42	140.499	415.25			EN6_5
M57	L80x80x10	0.04	45	0.001	47	140.499	415.25			EN6_5
M58	L80x80x10	0.063	45	0.002	42	140.499	415.25			EN6_5
M59	L80x80x10	0.142	45	0.002	47	140.499	415.25			EN6_5
M60	L80x80x10	0.163	45	0.002	47	140.499	415.25			EN6_5

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 75 de 161



M61	L80x80x10	0.234	45	0.002	47	140.499	415.25			EN6_5
M62	L80x80x10	0.214	45	0.005	47	140.499	415.25			EN6_5
M63	HE180A	0.587	47	0.168	47	922.498	1245.75	42.9	68.876	EN6_61
M64	HE180A	0.636	47	0.184	47	922.498	1245.75	42.9	68.934	EN6_61
M65	HE180A	0.645	47	0.185	47	922.498	1245.75	42.9	68.896	EN6_61
M66	HE180A	0.645	47	0.185	47	922.498	1245.75	42.9	68.897	EN6_61
M67	HE180B	0.667	46	0.161	47	1353.267	1795.75	63.525	107.985	EN6_61
M68	HE180B	0.657	46	0.16	47	1353.267	1795.75	63.525	108.003	EN6_61
M69	HE180B	0.222	43	0.065	44	1353.267	1795.75	63.525	110.38	EN6_61
M70	HE180B	0.092	45	0.075	45	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_41
M71	HE180B	0.034	40	0.03	45	1353.267	1795.75	63.525	109.002	EN6_61
M72	HE180B	0.1	45	0.075	44	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_41
M73	HE180B	0.222	43	0.065	45	1353.267	1795.75	63.525	110.379	EN6_61
M74	HE160A	0.333	40	0.009	42	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M75	HE160A	0.382	40	0.004	47	266.063	1067	32.45	49.609	EN6_62
M76	HE160A	0.128	40	0.005	47	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M77	HE160A	0.07	40	0.006	47	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M78	HE160A	0.333	40	0.009	47	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M79	HE160A	0.382	40	0.004	43	266.063	1067	32.45	49.609	EN6_62
M80	HE160A	0.128	40	0.005	43	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M81	HE160A	0.07	40	0.006	43	266.063	1067	32.45	46.441	EN6_62
M82	HE160A	0.51	42	0.093	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M83	HE160A	0.528	42	0.094	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M84	HE160A	0.323	43	0.074	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M85	HE160A	0.323	43	0.074	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M86	HE160A	0.303	43	0.071	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M87	HE160A	0.27	43	0.068	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M88	HE160A	0.28	40	0.003	43	266.063	1067	32.45	49.921	EN6_62
M89	HE160A	0.28	40	0.004	47	266.063	1067	32.45	49.921	EN6_62
M90	HE160A	0.282	40	0.005	43	266.063	1067	32.45	50.03	EN6_62
M91	HE160A	0.282	40	0.005	43	266.063	1067	32.45	50.03	EN6_62
M92	1/2 HEA200	0.811	40	0.005	43	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M93	1/2 HEA200	0.807	40	0.005	47	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M94	1/2 HEA200	0.902	40	0.003	47	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M95	1/2 HEA200	0.898	40	0.003	43	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M96	1/2 HEA200	0.899	40	0.009	43	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M97	1/2 HEA200	0.895	40	0.009	47	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M98	1/2 HEA200	0.895	40	0.009	43	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M99	1/2 HEA200	0.899	40	0.009	47	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M100	1/2 HEA200	0.898	40	0.003	47	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M101	1/2 HEA200	0.902	40	0.003	43	118.358	701.937	18.339	3.8	EN6_61

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 76 de 161



M102	1/2 HEA200	0.807	40	0.005	43	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M103	1/2 HEA200	0.811	40	0.005	47	125.44	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M104	1/2 HEA200	0.292	42	0.013	47	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M105	1/2 HEA200	0.292	42	0.013	42	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M106	1/2 HEA200	0.22	42	0.009	42	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M107	1/2 HEA200	0.22	42	0.009	47	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M108	1/2 HEA200	0.465	40	0.006	42	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M109	1/2 HEA200	0.465	40	0.006	47	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M110	1/2 HEA200	0.291	42	0.014	42	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M111	1/2 HEA200	0.291	42	0.014	47	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M112	1/2 HEA200	0.219	42	0.009	47	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M113	1/2 HEA200	0.219	42	0.009	42	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M114	1/2 HEA200	0.493	40	0.006	47	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M115	1/2 HEA200	0.493	40	0.006	42	140.893	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M116	HE260B	0.509	43	0.091	47	2657.803	3245	165.55	314.33	EN6_61
M117	HE260B	0.464	47	0.091	42	2657.803	3245	165.55	314.326	EN6_61
M118	HE260B	0.532	42	0.092	47	2657.803	3245	165.55	314.313	EN6_61
M119	HE260B	0.483	42	0.092	42	2657.803	3245	165.55	313.375	EN6_61
M120	HE180B	0.534	42	0.056	47	1149.872	1795.75	63.525	99.485	EN6_61
M121	HE180B	0.478	46	0.056	43	1149.872	1795.75	63.525	99.485	EN6_61
M122	HE180B	0.499	42	0.058	47	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M123	HE180B	0.445	46	0.058	43	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M124	HE180B	0.498	42	0.058	47	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M125	HE180B	0.443	46	0.058	43	1149.872	1795.75	63.525	132.275	EN6_61
M126	HE180B	0.536	42	0.057	47	1149.872	1795.75	63.525	99.509	EN6_61
M127	HE180B	0.481	47	0.057	43	1149.872	1795.75	63.525	99.509	EN6_61
M128	HE220B	0.221	40	0.02	41	1715.966	2502.5	108.35	227.425	EN6_62
M129	HE220B	0.13	45	0.036	47	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_5
M130	HE220B	0.223	40	0.021	40	1715.966	2502.5	108.35	227.425	EN6_62
M131	HE220B	0.13	45	0.035	47	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_5
M132	HE120A	0.19	41	0.032	47	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M133	HE120A	0.192	40	0.032	47	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M134	HE120A	0.192	40	0.027	47	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M135	HE120A	0.192	40	0.027	47	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M136	HE120A	0.133	40	0.021	45	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M137	HE120A	0.132	40	0.021	45	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M138	HE120A	0.117	40	0.014	45	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M139	HE120A	0.117	40	0.014	45	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M140	HE120A	0.046	40	0.007	45	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M141	HE120A	0.046	40	0.007	45	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M142	HE120A	0.02	40	0	40	510.145	695.75	16.197	30.452	EN6_62

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 77 de 161

M143	HE120A	0.02	40	0	40	510.145	695.75	16.197	30.452	EN6_62
M144	HE120A	0.048	40	0.007	40	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M145	HE120A	0.048	40	0.007	40	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M146	HE120A	0.119	40	0.014	40	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M147	HE120A	0.119	40	0.014	40	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M148	HE120A	0.129	40	0.02	40	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M149	HE120A	0.129	40	0.02	40	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M150	HE120A	0.108	40	0.024	42	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M151	HE120A	0.109	40	0.024	42	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M152	HE120A	0.108	40	0.024	42	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M153	HE120A	0.109	40	0.024	42	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M154	HE120A	0.19	40	0.032	42	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M155	HE120A	0.192	40	0.032	42	510.145	695.75	16.197	32.725	EN6_62
M156	L80x80x10	0.268	45	0.004	47	95.207	415.25			EN6_5
M157	L80x80x10	0.29	45	0.002	47	95.207	415.25			EN6_5
M158	L80x80x10	0.209	45	0.002	47	95.207	415.25			EN6_5
M159	L80x80x10	0.177	45	0.002	42	95.207	415.25			EN6_5
M160	L80x80x10	0.086	45	0.002	42	95.207	415.25			EN6_5
M161	L80x80x10	0.049	45	0.001	47	95.207	415.25			EN6_5
M162	L80x80x10	0.049	45	0.001	42	95.207	415.25			EN6_5
M163	L80x80x10	0.086	45	0.002	47	95.207	415.25			EN6_5
M164	L80x80x10	0.176	45	0.002	47	95.207	415.25			EN6_5
M165	L80x80x10	0.206	45	0.002	42	95.207	415.25			EN6_5
M166	L80x80x10	0.289	45	0.002	42	95.207	415.25			EN6_5
M167	L80x80x10	0.261	45	0.004	42	95.207	415.25			EN6_5
M168	L80x80x10	0.268	45	0.004	42	95.207	415.25			EN6_5
M169	L80x80x10	0.29	45	0.002	42	95.207	415.25			EN6_5
M170	L80x80x10	0.209	45	0.002	42	95.207	415.25			EN6_5
M171	L80x80x10	0.177	45	0.002	47	95.207	415.25			EN6_5
M172	L80x80x10	0.086	45	0.002	47	95.207	415.25			EN6_5
M173	L80x80x10	0.049	45	0.001	42	95.207	415.25			EN6_5
M174	L80x80x10	0.049	45	0.001	47	95.207	415.25			EN6_5
M175	L80x80x10	0.086	45	0.002	42	95.207	415.25			EN6_5
M176	L80x80x10	0.176	45	0.002	42	95.207	415.25			EN6_5
M177	L80x80x10	0.206	45	0.002	47	95.207	415.25			EN6_5
M178	L80x80x10	0.289	45	0.002	47	95.207	415.25			EN6_5
M179	L80x80x10	0.261	45	0.004	47	95.207	415.25			EN6_5
M180	HE180A	0.549	47	0.155	47	922.498	1245.75	42.9	68.81	EN6_61
M181	HE180B	0.729	46	0.17	47	1353.267	1795.75	63.525	107.847	EN6_61
M182	HE180B	0.742	46	0.172	47	1353.267	1795.75	63.525	107.827	EN6_61
M183	HE180A	0.57	47	0.159	47	922.498	1245.75	42.9	68.768	EN6_61



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 78 de 161

M184	HE180A	0.57	47	0.159	47	922.498	1245.75	42.9	68.767	EN6_61
M185	HE180A	0.557	47	0.157	47	922.498	1245.75	42.9	68.824	EN6_61
M186	HE160A	0.247	43	0.065	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M187	HE160A	0.558	42	0.097	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M188	HE160A	0.583	42	0.099	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M189	HE160A	0.275	43	0.068	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M190	HE160A	0.276	43	0.068	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M191	HE160A	0.251	43	0.065	47	1067	1067	32.45	67.375	EN6_41
M192	HE160A	0.054	40	0.01	47	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M193	HE160A	0.054	40	0.01	42	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M194	HE160A	0.339	40	0.01	42	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M195	HE160A	0.371	40	0.004	47	355.181	1067	32.45	53.852	EN6_62
M196	HE160A	0.044	40	0.005	43	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M197	HE160A	0.339	40	0.01	47	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M198	HE160A	0.371	40	0.003	43	355.181	1067	32.45	53.852	EN6_62
M199	HE160A	0.044	40	0.005	47	355.181	1067	32.45	50.866	EN6_62
M200	HE160A	0.225	40	0.003	47	355.181	1067	32.45	54.062	EN6_62
M201	HE160A	0.225	40	0.005	43	355.181	1067	32.45	54.115	EN6_62
M202	HE160A	0.225	40	0.003	47	355.181	1067	32.45	54.062	EN6_62
M203	HE160A	0.225	40	0.004	43	355.181	1067	32.45	54.115	EN6_62
M204	1/2 HEA200	0.92	40	0.009	43	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M205	1/2 HEA200	0.913	40	0.009	47	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M206	1/2 HEA200	0.924	40	0.003	47	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M207	1/2 HEA200	0.917	40	0.003	43	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M208	1/2 HEA200	0.82	40	0.005	43	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M209	1/2 HEA200	0.813	40	0.005	47	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M210	1/2 HEA200	0.92	40	0.009	47	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M211	1/2 HEA200	0.913	40	0.009	43	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M212	1/2 HEA200	0.924	40	0.003	43	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M213	1/2 HEA200	0.917	40	0.003	47	135.963	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M214	1/2 HEA200	0.82	40	0.005	47	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M215	1/2 HEA200	0.813	40	0.005	43	145.42	701.937	18.339	3.8	EN6_61
M216	HE220B	0.171	44	0.055	44	2081.091	2502.5	108.35	197.126	EN6_61
M217	HE220B	0.036	45	0.061	45	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_41
M218	HE220B	0.025	44	0.027	45	2081.091	2502.5	108.35	200.356	EN6_61
M219	HE220B	0.049	45	0.061	44	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_41
M220	HE220B	0.175	44	0.055	45	2081.091	2502.5	108.35	197.127	EN6_61
M221	1/2 HEA200	0.493	42	0.015	47	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M222	1/2 HEA200	0.493	42	0.015	42	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M223	1/2 HEA200	0.363	42	0.01	42	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M224	1/2 HEA200	0.363	42	0.01	47	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 79 de 161



M225	1/2 HEA200	0.677	40	0.007	42	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M226	1/2 HEA200	0.677	40	0.007	47	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M227	1/2 HEA200	0.499	42	0.015	42	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M228	1/2 HEA200	0.499	42	0.015	47	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M229	1/2 HEA200	0.367	42	0.01	47	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M230	1/2 HEA200	0.367	42	0.01	42	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M231	1/2 HEA200	0.744	40	0.007	47	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M232	1/2 HEA200	0.744	40	0.007	42	111.581	701.937	18.339	4.574	EN6_61
M233	HE180B	0.014	45	0.004	47	1795.75	1795.75	63.525	132.275	EN6_5
M234	HE220B	0.01	45	0.004	47	2502.5	2502.5	108.35	227.425	EN6_5
M235	L80x80x10	0.374	40	0.001	47	79.062	415.25			EN6_31
M236	L80x80x10	0.374	40	0.001	42	79.062	415.25			EN6_31
M237	L80x80x10	0.449	40	0.001	47	69.345	415.25			EN6_31
M238	L80x80x10	0.449	40	0.001	42	69.345	415.25			EN6_31



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 80 de 161

- REACCIONES EN LA BASE DE LOS PILARES EN ELU

Nudo		X (kN)	LC	Y (kN)	LC	Z (kN)	LC	MX (kNm)	LC	MY (kNm)	LC	MZ (kNm)	LC
N1	max	3.273	16	138.102	17	14.314	13	62.813	17	0.021	16	2.218	10
N1	min	-1.58	10	21.968	11	-15.445	15	-65.86	15	-0.021	10	-6.601	16
N2	max	3.273	16	138.102	15	15.445	17	65.86	17	0.021	10	2.218	10
N2	min	-1.58	10	21.968	13	-14.314	11	-62.813	15	-0.021	16	-6.601	16
N3	max	1.47	12	140.348	17	14.768	13	65.053	17	0.021	12	8.56	14
N3	min	-3.742	14	22.001	11	-15.9	15	-68.101	15	-0.021	14	-1.698	12
N4	max	1.47	12	140.348	15	15.9	17	68.101	17	0.021	14	8.56	14
N4	min	-3.742	14	22.001	13	-14.768	11	-65.053	15	-0.021	12	-1.698	12
N5	max	33.029	19	153.134	19	8.018	13	27.703	13	0.009	16	0.611	20
N5	min	-30.576	20	-57.469	20	-9.361	15	-30.859	15	-0.009	10	-0.628	19
N6	max	33.029	19	153.134	19	9.361	17	30.859	17	0.009	10	0.611	20
N6	min	-30.576	20	-57.469	20	-8.018	11	-27.703	11	-0.009	16	-0.628	19
N7	max	30.858	21	151.85	18	8.05	13	27.703	13	0.009	12	0.615	18
N7	min	-32.601	18	-58.332	21	-9.336	15	-30.844	15	-0.009	14	-0.612	21
N8	max	30.858	21	151.85	18	9.336	17	30.844	17	0.009	14	0.615	18
N8	min	-32.601	18	-58.332	21	-8.05	11	-27.703	11	-0.009	12	-0.612	21
N9	max	2.299	16	60.827	17	6.204	13	21.866	13	0.009	24	4.821	14
N9	min	-2.299	14	6.68	11	-7.486	15	-24.848	15	-0.009	6	-4.824	16
N10	max	2.299	16	60.827	15	7.486	17	24.848	17	0.009	22	4.821	14
N10	min	-2.299	14	6.68	13	-6.204	11	-21.866	11	-0.009	8	-4.824	16
N11	max	2.297	16	53.052	17	5.067	13	17.144	13	0.009	24	4.8	14
N11	min	-2.297	14	7.441	11	-6.19	15	-19.699	15	-0.009	6	-4.803	16
N12	max	2.297	16	53.052	15	6.19	17	19.699	17	0.009	22	4.8	14
N12	min	-2.297	14	7.441	13	-5.067	11	-17.144	11	-0.009	8	-4.803	16
N100	max	2.282	12	48.86	17	4.805	13	16.027	13	0.009	24	5.095	14
N100	min	-2.317	14	7.11	11	-5.816	15	-18.31	15	-0.009	6	-4.617	12
N101	max	2.282	12	48.86	15	5.816	17	18.31	17	0.009	22	5.095	14
N101	min	-2.317	14	7.11	13	-4.805	11	-16.027	11	-0.009	8	-4.617	12
N102	max	3.895	16	168.266	17	19.113	13	90.386	17	0.025	16	2.222	10
N102	min	-1.534	10	28.433	11	-20.256	15	-93.207	15	-0.025	10	-7.955	16
N103	max	3.895	16	168.266	15	20.256	17	93.207	17	0.025	10	2.222	10
N103	min	-1.534	10	28.433	13	-19.113	11	-90.386	15	-0.025	16	-7.955	16
N104	max	1.314	12	169.467	17	19.433	13	92.049	17	0.025	12	11.163	14
N104	min	-4.719	14	28.251	11	-20.576	15	-94.869	15	-0.025	14	-1.287	12
N105	max	1.314	12	169.467	15	20.576	17	94.869	17	0.025	14	11.163	14
N105	min	-4.719	14	28.251	13	-19.433	11	-92.049	15	-0.025	12	-1.287	12
N106	max	32.301	19	163.111	19	7.213	13	24.455	13	0.009	16	0.634	20

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 81 de 161

N106	min	-30.104	20	-79.202	20	-8.264	15	-26.992	15	-0.009	10	-0.654	19
N107	max	32.301	19	163.111	19	8.264	17	26.992	17	0.009	10	0.634	20
N107	min	-30.104	20	-79.202	20	-7.213	11	-24.455	11	-0.009	16	-0.654	19
N108	max	30.615	21	160.299	18	7.192	13	24.45	13	0.009	12	0.631	20
N108	min	-31.519	18	-81.078	21	-8.295	15	-26.987	15	-0.009	14	-0.639	19
N109	max	30.615	21	160.299	18	8.295	17	26.987	17	0.009	14	0.631	20
N109	min	-31.519	18	-81.078	21	-7.192	11	-24.45	11	-0.009	12	-0.639	19
N110	max	2.297	16	49.583	17	4.823	13	16.111	13	0.009	24	4.799	14
N110	min	-2.297	14	7.226	11	-5.855	15	-18.445	15	-0.009	6	-4.805	16
N111	max	2.297	16	49.583	15	5.855	17	18.445	17	0.009	22	4.799	14
N111	min	-2.297	14	7.226	13	-4.823	11	-16.111	11	-0.009	8	-4.805	16

- REACCIONES EN LA BASE DE LOS PILARES CON SISMO EN VACÍO



Nudo		X (kN)	LC	Y (kN)	LC	Z (kN)	LC	MX (kNm)	LC	MY (kNm)	LC	MZ (kNm)	LC
N1	max	1.304	34	88.581	36	20.761	36	97.629	36	0.003	36	1.277	34
N1	min	-0.206	29	14.602	31	-21.192	31	-98.473	31	-0.003	31	-4.073	29
N2	max	1.304	34	88.581	36	21.192	36	98.473	36	0.003	36	1.277	34
N2	min	-0.206	29	14.602	31	-20.761	31	-97.629	31	-0.003	31	-4.073	29
N3	max	0.23	34	90.307	36	21.223	36	99.787	36	0	36	5.477	34
N3	min	-1.712	29	14.891	31	-21.653	31	-100.632	31	0	31	-1.095	29
N4	max	0.23	34	90.307	36	21.653	36	100.632	36	0	36	5.477	34
N4	min	-1.712	29	14.891	31	-21.223	31	-99.787	31	0	31	-1.095	29
N5	max	35.466	34	133.118	34	10.292	36	40.26	36	0.005	36	0.671	34
N5	min	-33.341	29	-83.952	29	-10.842	31	-41.378	31	-0.005	31	-0.683	29
N6	max	35.466	34	133.118	34	10.842	36	41.378	36	0.005	36	0.671	34
N6	min	-33.341	29	-83.952	29	-10.292	31	-40.26	31	-0.005	31	-0.683	29
N7	max	33.523	34	132.415	34	10.297	36	40.28	36	0.005	36	0.671	34
N7	min	-35.265	29	-84.411	29	-10.847	31	-41.398	31	-0.005	31	-0.666	29
N8	max	33.523	34	132.415	34	10.847	36	41.398	36	0.005	36	0.671	34
N8	min	-35.265	29	-84.411	29	-10.297	31	-40.28	31	-0.005	31	-0.666	29
N9	max	1.963	34	37.956	36	9.102	36	36.474	36	0	36	5.594	34
N9	min	-1.963	29	2.014	31	-9.653	31	-37.587	31	0	31	-5.595	29
N10	max	1.963	34	37.956	36	9.653	36	37.587	36	0	36	5.594	34
N10	min	-1.963	29	2.014	31	-9.102	31	-36.474	31	0	31	-5.595	29
N11	max	1.988	34	34.279	36	8.387	36	33.538	36	0	36	5.666	34
N11	min	-1.988	29	1.5	31	-8.876	31	-34.529	31	0	31	-5.667	29
N12	max	1.988	34	34.279	36	8.876	36	34.529	36	0	36	5.666	34
N12	min	-1.988	29	1.5	31	-8.387	31	-33.538	31	0	31	-5.667	29
N100	max	1.901	34	31.869	36	7.799	36	31.141	36	0	36	5.778	34
N100	min	-1.925	29	1.611	31	-8.238	31	-32.028	31	0	31	-5.531	29

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 82 de 161



N101	max	1.901	34	31.869	36	8.238	36	32.028	36	0	36	5.778	34
N101	min	-1.925	29	1.611	31	-7.799	31	-31.141	31	0	31	-5.531	29
N102	max	2.004	34	106.932	36	25.217	36	125.047	36	0.007	36	2.628	34
N102	min	-0.421	29	24.135	31	-25.618	31	-125.82	31	-0.007	31	-6.42	29
N103	max	2.004	34	106.932	36	25.618	36	125.82	36	0.007	36	2.628	34
N103	min	-0.421	29	24.135	31	-25.217	31	-125.047	31	-0.007	31	-6.42	29
N104	max	0.626	34	108.13	36	25.866	36	128.231	36	0.004	36	9.267	34
N104	min	-2.917	29	23.752	31	-26.267	31	-129.005	31	-0.004	31	-2.734	29
N105	max	0.626	34	108.13	36	26.267	36	129.005	36	0.004	36	9.267	34
N105	min	-2.917	29	23.752	31	-25.866	31	-128.231	31	-0.004	31	-2.734	29
N106	max	42.9	34	177.971	34	9.739	36	37.94	36	0.005	36	0.868	34
N106	min	-41.112	29	-133.647	29	-10.188	31	-38.851	31	-0.005	31	-0.881	29
N107	max	42.9	34	177.971	34	10.188	36	38.851	36	0.005	36	0.868	34
N107	min	-41.112	29	-133.647	29	-9.739	31	-37.94	31	-0.005	31	-0.881	29
N108	max	41.466	34	176.782	34	9.741	36	37.948	36	0.005	36	0.86	34
N108	min	-42.522	29	-135.117	29	-10.19	31	-38.859	31	-0.005	31	-0.862	29
N109	max	41.466	34	176.782	34	10.19	36	38.859	36	0.005	36	0.86	34
N109	min	-42.522	29	-135.117	29	-9.741	31	-37.948	31	-0.005	31	-0.862	29
N110	max	1.416	34	32.289	36	7.9	36	31.556	36	0	36	4.179	34
N110	min	-1.416	29	1.591	31	-8.349	31	-32.464	31	0	31	-4.182	29
N111	max	1.416	34	32.289	36	8.349	36	32.464	36	0	36	4.179	34
N111	min	-1.416	29	1.591	31	-7.9	31	-31.556	31	0	31	-4.182	29

- REACCIONES EN LA BASE DE LOS PILARES CON SISMO EN OPERACIÓN

Nudo		X (kN)	LC	Y (kN)	LC	Z (kN)	LC	MX (kNm)	LC	MY (kNm)	LC	MZ (kNm)	LC
N1	max	2.309	45	139.547	47	26.817	47	127.521	47	0.003	47	2.696	45
N1	min	-0.432	40	35.557	42	-27.961	42	-129.775	42	-0.003	42	-7.506	40
N2	max	2.309	45	139.547	47	27.961	47	129.775	47	0.003	47	2.696	45
N2	min	-0.432	40	35.557	42	-26.817	42	-127.521	42	-0.003	42	-7.506	40
N3	max	0.473	45	141.425	47	27.305	47	129.815	47	0	47	9.869	45
N3	min	-2.994	40	35.851	42	-28.45	42	-132.07	42	0	42	-2.332	40
N4	max	0.473	45	141.425	47	28.45	47	132.07	47	0	47	9.869	45
N4	min	-2.994	40	35.851	42	-27.305	42	-129.815	42	0	42	-2.332	40
N5	max	73.528	45	269.011	45	13.084	47	52.738	47	0.006	47	1.414	45
N5	min	-71.242	40	-183.453	40	-14.548	42	-55.722	42	-0.006	42	-1.429	40
N6	max	73.528	45	269.011	45	14.548	47	55.722	47	0.006	47	1.414	45
N6	min	-71.242	40	-183.453	40	-13.084	42	-52.738	42	-0.006	42	-1.429	40
N7	max	71.548	45	267.971	45	13.089	47	52.759	47	0.006	47	1.408	45
N7	min	-73.191	40	-184.359	40	-14.554	42	-55.743	42	-0.006	42	-1.406	40
N8	max	71.548	45	267.971	45	14.554	47	55.743	47	0.006	47	1.408	45

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 83 de 161

N8	min	-73.191	40	-184.359	40	-13.089	42	-52.759	42	-0.006	42	-1.406	40
N9	max	0.889	45	63.72	47	12.253	47	50.076	47	0	47	2.868	45
N9	min	-0.889	40	12.251	42	-13.717	42	-53.039	42	0	42	-2.87	40
N10	max	0.889	45	63.72	47	13.717	47	53.039	47	0	47	2.868	45
N10	min	-0.889	40	12.251	42	-12.253	42	-50.076	42	0	42	-2.87	40
N11	max	0.908	45	58.352	47	11.635	47	47.442	47	0	47	2.928	45
N11	min	-0.908	40	9.826	42	-12.946	42	-50.097	42	0	42	-2.93	40
N12	max	0.908	45	58.352	47	12.946	47	50.097	47	0	47	2.928	45
N12	min	-0.908	40	9.826	42	-11.635	42	-47.442	42	0	42	-2.93	40
N100	max	0.876	45	54.649	47	11.205	47	45.585	47	0	47	3.303	45
N100	min	-0.907	40	8.23	42	-12.389	42	-47.983	42	0	42	-2.903	40
N101	max	0.876	45	54.649	47	12.389	47	47.983	47	0	47	3.303	45
N101	min	-0.907	40	8.23	42	-11.205	42	-45.585	42	0	42	-2.903	40
N102	max	3.345	45	163.286	47	31.902	47	159.905	47	0.008	47	4.797	45
N102	min	-0.756	40	49.272	42	-32.978	42	-161.992	42	-0.007	42	-11.024	40
N103	max	3.345	45	163.286	47	32.978	47	161.992	47	0.007	47	4.797	45
N103	min	-0.756	40	49.272	42	-31.902	42	-159.905	42	-0.008	42	-11.024	40
N104	max	1.231	45	164.836	47	32.63	47	163.51	47	0.004	47	16.006	45
N104	min	-4.96	40	48.755	42	-33.706	42	-165.596	42	-0.004	42	-5.274	40
N105	max	1.231	45	164.836	47	33.706	47	165.596	47	0.004	47	16.006	45
N105	min	-4.96	40	48.755	42	-32.63	42	-163.51	42	-0.004	42	-5.274	40
N106	max	78.326	45	323.765	45	12.237	47	49.09	47	0.007	47	1.598	45
N106	min	-76.283	40	-248.641	40	-13.447	42	-51.554	42	-0.006	42	-1.616	40
N107	max	78.326	45	323.765	45	13.447	47	51.554	47	0.006	47	1.598	45
N107	min	-76.283	40	-248.641	40	-12.237	42	-49.09	42	-0.007	42	-1.616	40
N108	max	76.848	45	321.913	45	12.236	47	49.091	47	0.006	47	1.58	45
N108	min	-77.719	40	-251.048	40	-13.447	42	-51.555	42	-0.006	42	-1.587	40
N109	max	76.848	45	321.913	45	13.447	47	51.555	47	0.006	47	1.58	45
N109	min	-77.719	40	-251.048	40	-12.236	42	-49.091	42	-0.006	42	-1.587	40
N110	max	0.681	45	55.355	47	11.287	47	45.943	47	0	47	2.345	45
N110	min	-0.681	40	8.525	42	-12.497	42	-48.392	42	0	42	-2.349	40
N111	max	0.681	45	55.355	47	12.497	47	48.392	47	0	47	2.345	45
N111	min	-0.681	40	8.525	42	-11.287	42	-45.943	42	0	42	-2.349	40

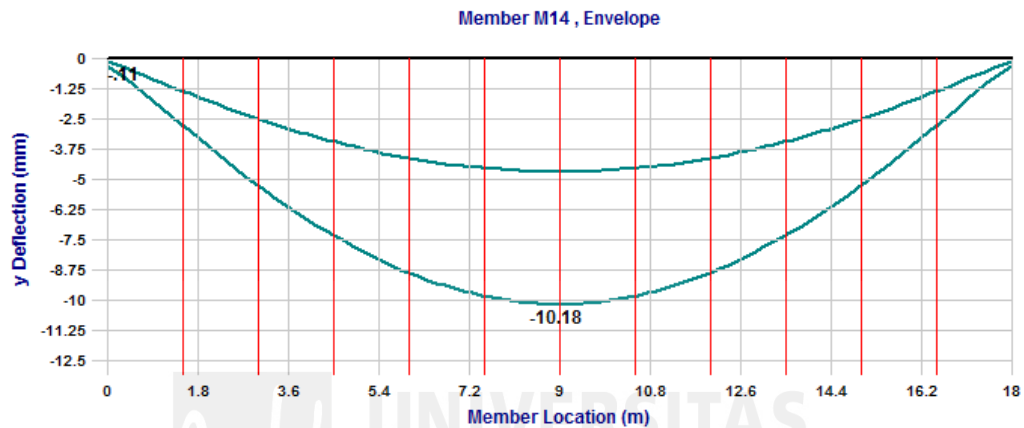
	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 84 de 161</p>

7.5. VERIFICACIÓN DE LOS E.L.S.

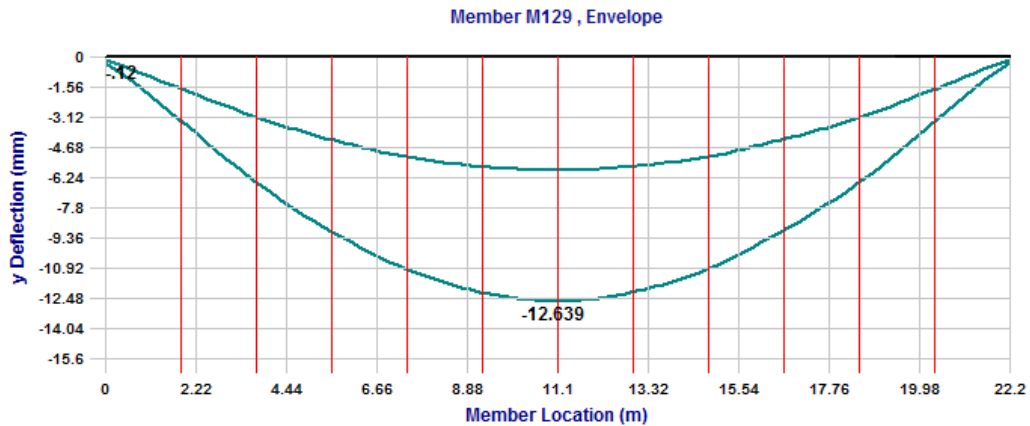
A continuación se analizan las deformaciones obtenidas del cálculo, verificándose el cumplimiento de los requisitos establecidos.



- **Máxima flecha en vigas en celosía:**

Las vigas en celosía de las alineaciones 1 y 2, que unen los pórticos alineaciones A y B presentan un desplazamiento vertical de 10.18 mm, que para una longitud de aproximadamente 18.000 mm obtenemos una relación de L/1768.



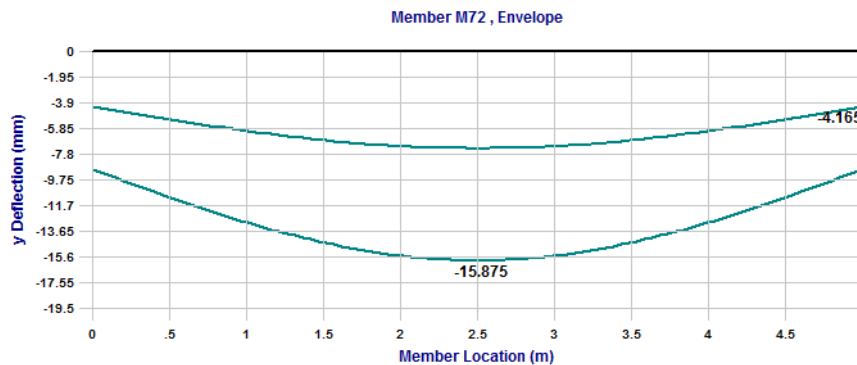
Por su parte las vigas en celosía de las alineaciones 1 y 2, que unen los pórticos alineaciones H e I presentan un desplazamiento vertical de 12.64 mm, que para una longitud de aproximadamente 22.000 mm obtenemos una relación de L/1740.



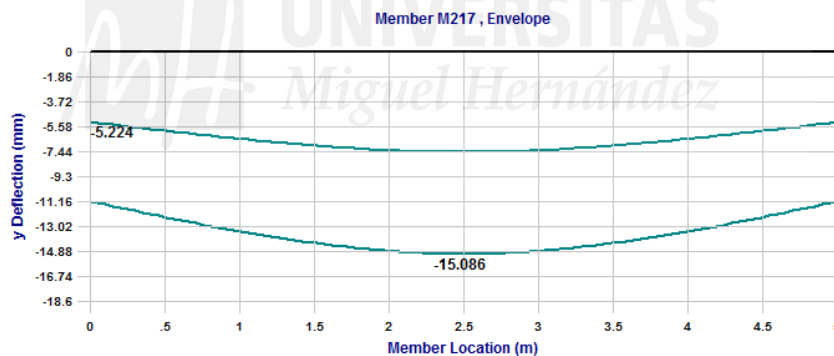
	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 85 de 161</p>

- **Máxima flecha en vigas transversales:**

Las 5 vigas transversales que unen las vigas en celosía que hay entre los pórticos A y B presenta la peor de ellas un desplazamiento vertical de 15.88 mm, que para una longitud de aproximadamente 5.000 mm obtenemos una relación de L/314, superior al mínimo establecido de L/300 para vigas de vanos hasta 5.000 mm.

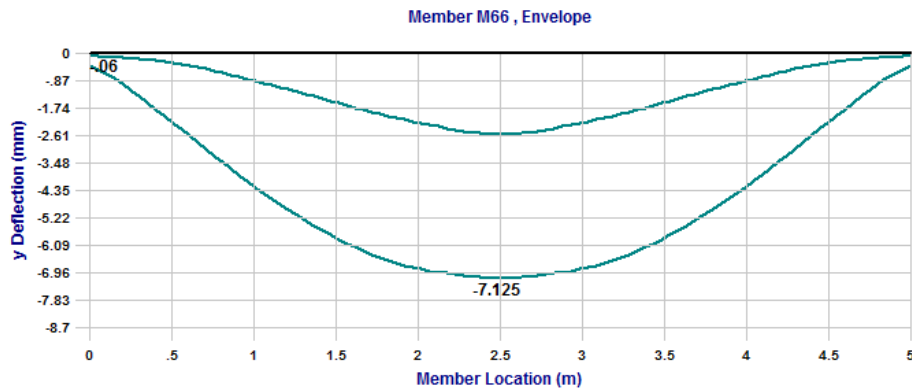


Por su parte las 5 vigas transversales que unen las vigas en celosía que hay entre los pórticos H e I presenta la peor de ellas un desplazamiento vertical de 15.09 mm, que para una longitud de aproximadamente 5.000 mm obtenemos una relación de L/331, superior al mínimo establecido de L/300 para vigas de vano hasta 5.000 mm.



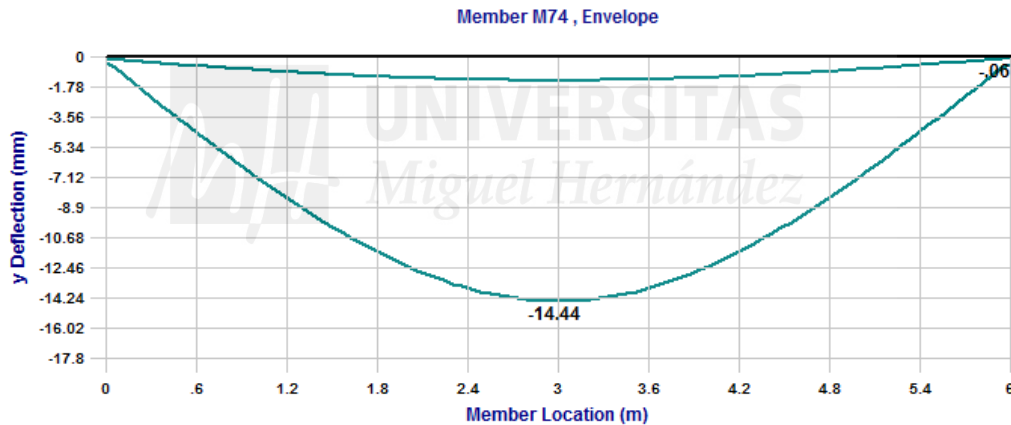
En cuanto a las vigas transversales que unen los pórticos a nivel superior, la peor de ellas, la del pórtico C presenta un desplazamiento vertical máximo de 7.13 mm, que para una longitud de aproximadamente 5.000 mm obtenemos una relación de L/701, superior al mínimo establecido de L/300 para vigas de vano hasta 5.000 mm.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 86 de 161</p>





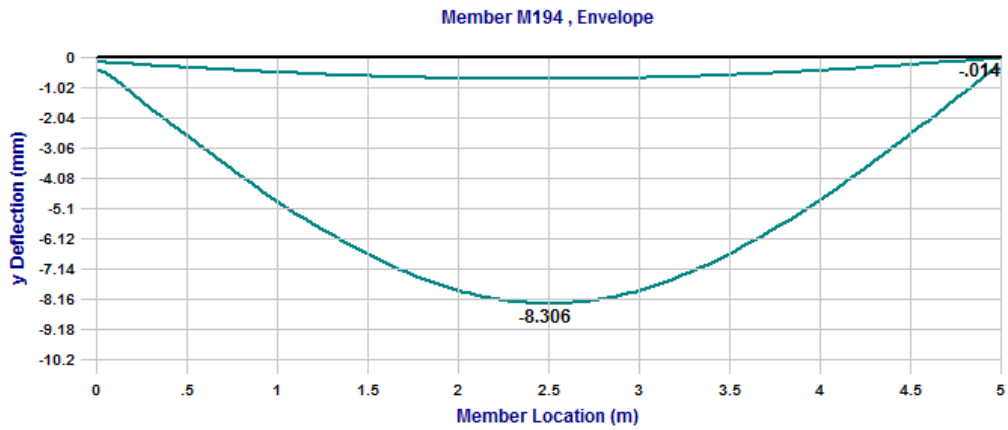
- Máxima flecha en vigas longitudinales de atado:

Las vigas de atado del primer tramo de rack que tienen un vano de 6.000 mm, presenta la peor de ellas un desplazamiento vertical de 14.44 mm, de la que obtenemos una relación de L/415, superior al mínimo establecido de L/400 para vigas de vano superior a los 5.000 mm.



Por su parte las vigas de atado del segundo tramo de rack que tienen un vano de 5.000 mm, presenta la peor de ellas un desplazamiento vertical de 8.31 mm, de la que obtenemos una relación de L/601, superior al mínimo establecido de L/300 para vigas de vano hasta 5.000 mm.

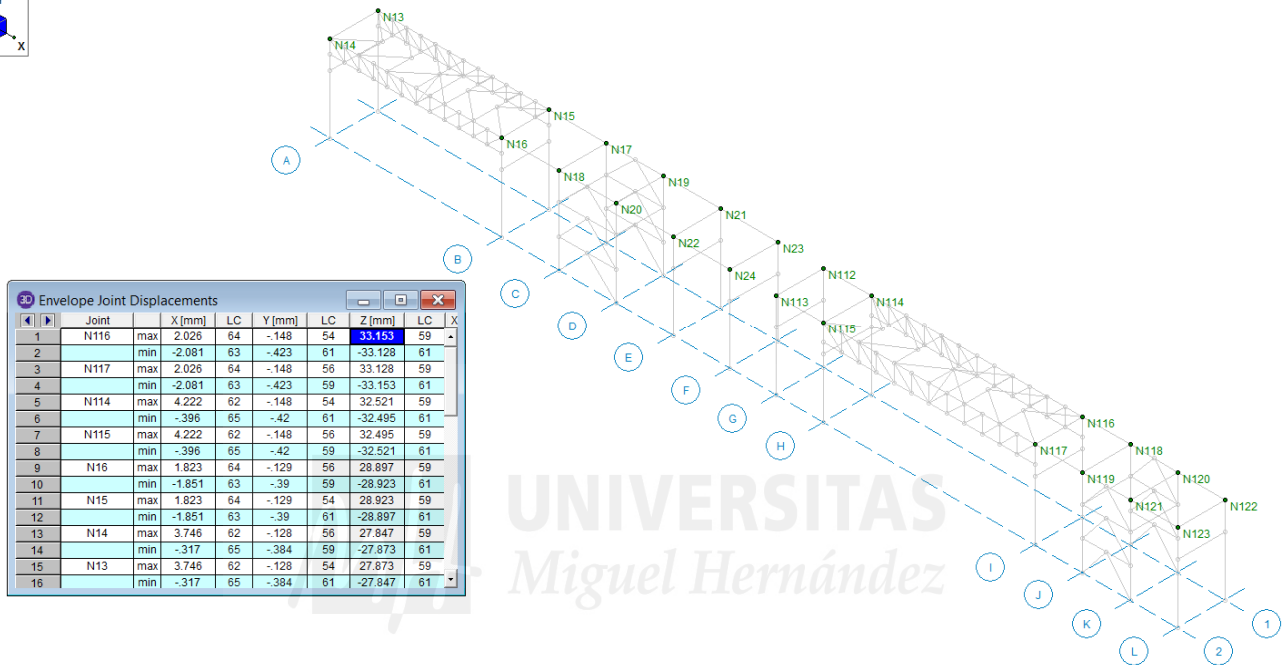
	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 87 de 161</p>





	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 88 de 161</p>

- **Desplome horizontal de los pilares:**

La máxima deformación horizontal se da en cabeza de los pilares de la alineación I, alcanzándose un valor máximo de la envolvente de unos 33.15 mm, lo que, para alturas de unos 9.100 mm supone una relación aproximada de H/274, valor superior al límite establecido de H/250..



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 89 de 161</p>

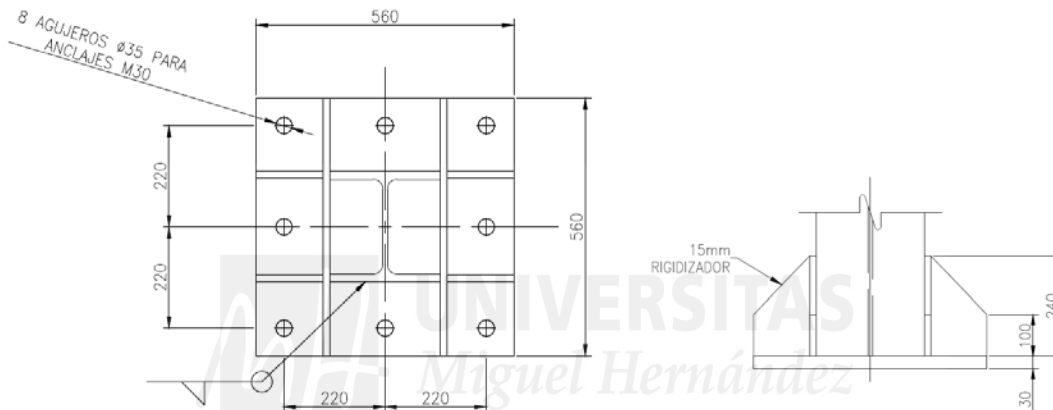
8. CÁLCULO PERNOS Y PLACAS DE ANCLAJE

- Pernos de anclaje

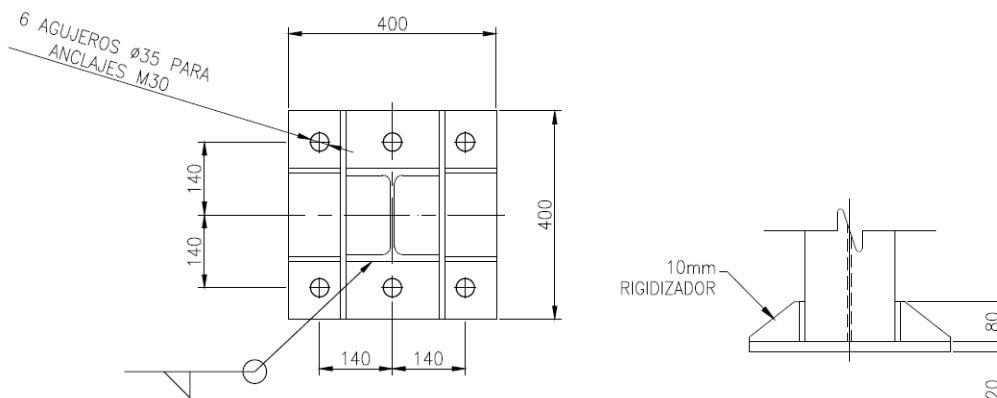
El material seleccionado para todos los pernos de anclaje del proyecto ha sido acero de calidad 5.6 de acuerdo a la EAE-11 con un límite elástico mínimo de 300 MPa y una resistencia a tracción mínima de 500 MPa.

En cuanto a las disposiciones constructivas de las placas de anclaje diseñadas y número y disposición de pernos seleccionados se tienen dos variantes: pernos de M30 para los pilares HEB-240 y HEB-260 y también pernos de M30 para los pilares HEB-180.

En el siguiente croquis se puede observar la tipología de placa de anclaje seleccionada para todos los pilares HEB-240 y HEB-260 de la obra:





En el siguiente croquis se puede observar la tipología de placa de anclaje seleccionada para todos los pilares HEB-180 de la obra:



Para los pilares HEB-240 y HEB-260 con pernos de M30 obtenemos que las máximas cargas de tracción y cortante que actúan sobre el perno más solicitado son las siguientes:

- Tracción máxima / anclaje: 124.13 KN
- Cortante máximo / anclaje: 4.23 KN

Para los pilares HEB-180 con pernos de M30 obtenemos que las máximas cargas de tracción y cortante que actúan sobre el perno más solicitado son las siguientes:

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 90 de 161</p>

- Tracción máxima / anclaje: 77.35 KN
- Cortante máximo / anclaje: 13.08 KN

Comprobación del acero de acuerdo a la EAE-11 para los pernos de M30:

$$A = 561 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

$$\text{- Tracción: } F_{t,Rd} = \frac{0.9 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 201.96 \text{ KN} > 124.13 \text{ KN} \rightarrow \text{OK}$$

$$\text{- Cortante: } F_{v,Rd} = \frac{0.6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 134.64 \text{ KN} > 13.08 \text{ KN} \rightarrow \text{OK}$$



$$\text{- Combinada: } \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = 0.49 \rightarrow \text{OK}$$

Comprobación de embebidos de acuerdo a ACI 318-11

Los conos de rotura en el hormigón, producidos por los anclajes, se comprueban con el software Hilti Profis Anchor en su versión 2.6.1 desarrollado por la empresa especialista en anclajes Hilti.

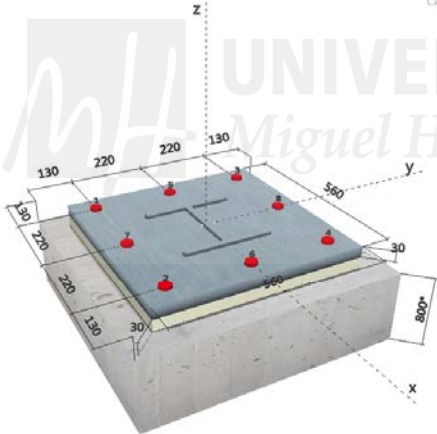
Dicho programa comprueba que para los esfuerzos de tracción no se produce fallo por acero, rotura por cono de hormigón, extracción y por desconchamiento lateral. Por su parte para los esfuerzos cortantes comprueba que no se produce fallo por acero, rotura de borde de hormigón y por fallo por desconchamiento. Todas estas comprobaciones realizadas de acuerdo a la normativa americana ACI-318-11.

Para el análisis con el software indicado se analizan los esfuerzos en la base de los pilares agrupados en 3 grupos: pilares HEB-240 y HEB-260 de los pórticos de las vigas en celosía y pilares HEB-180 del resto de los pilares, y se obtienen los siguientes esfuerzos y aprovechamientos según los ejes del software Hilti Profis Anchor:

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 91 de 161

- HEB 240 pilares de las alineaciones A y B:

Combinación con mayor tracción sobre un perno					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
28.09	0.39	-12.08	-3.53	131.36	67.00%
Combinación con mayor momento según el eje y					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
28.45	1.92	-35.85	-1.53	132.07	65.00%
Combinación con mayor momento según el eje x					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
-7.80	-0.47	-123.08	-9.87	-38.17	9.00%
Combinación con mayor tracción o menor compresión					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
27.60	-0.08	0.40	3.03	129.07	67.00%
Combinación con mayor cortante sobre un perno					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
28.45	1.92	-35.85	-1.53	132.07	65.00%



Resultados

Método de cálculo: ACI318.11/CIP

Datos técnicos: Datos técnicos de Hilti

Utilización (%)

Tracción: 67 %

Cortante: 20 %

Combinación Tracción/Cortante 58 %



Profundidad de empotramiento optimizada

Emplear selección de profundidad de empotramiento

Longitud de empotramiento: 430 mm

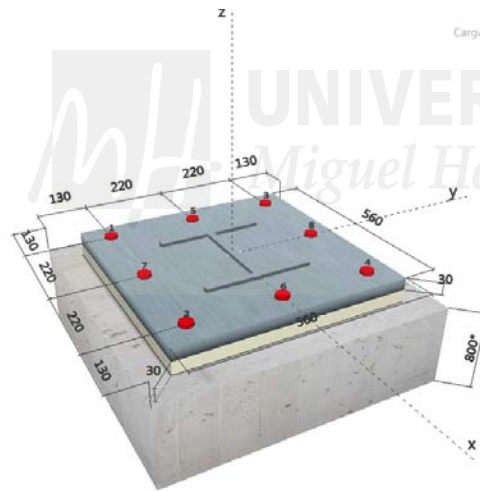
Mensajes

Acti...	Fuerzas [kN]			Momentos [kNm]			Comentarios
	Vx	Vy	N	Mx	My	Mz	
☉	28.09	0.39	-12.08	-3.53	131.36	0	Cargas de diseño
☽	0	0	0	0	0	0	Cargas sostenidas

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 92 de 161



- HEB 260 pilares de las alineaciones H e I:

Combinación con mayor tracción sobre un perno					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
33.37	2.30	-7.90	0.57	164.94	89.00%
Combinación con mayor momento según el eje y					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
33.71	3.02	-48.76	-1.53	165.60	82.00%
Combinación con mayor momento según el eje x					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
-9.42	-1.23	-145.12	-16.01	-48.34	12.00%
Combinación con mayor tracción o menor compresión					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
33.37	2.30	-7.90	0.57	164.94	89.00%
Combinación con mayor cortante sobre un perno					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
33.71	3.02	-48.76	-1.53	165.60	82.00%



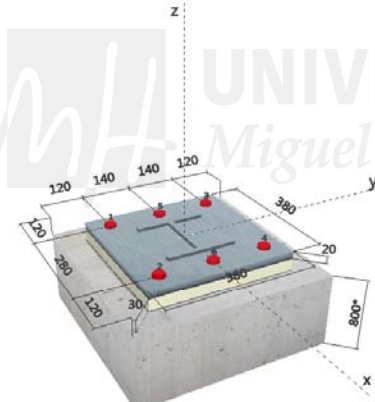
Resultados	
Método de cálculo:	ACI31811/CIP
Datos técnicos:	Datos técnicos de Hilti
Utilización (%)	
Tracción (%)	84 %
Cortante (%)	31 %
Combinación Tracción/Cortante	89 %
Profundidad de empotramiento optimizada	<input type="checkbox"/>
Emplear selección de profundidad de empotramiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Longitud de empotramiento:	430 mm
Mensajes	

Codi...	Fuerzas [kN]			Momentos [kNm]			Comentarios
	Vx	Vy	N	Mx	My	Mz	
33.37	2.3	-7.9	0.57	164.94	0	0	Cargas de diseño
0	0	0	0	0	0	0	Cargas sostenidas

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 93 de 161

- HEB 180 pilares de las alineaciones C, D, E, F, G, J, K y L:

Combinación con mayor tracción sobre un perno					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
14.10	23.16	67.95	0.43	54.81	71.00%
Combinación con mayor momento según el eje y					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
14.55	23.11	50.15	0.43	55.74	70.00%
Combinación con mayor momento según el eje x					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
0.80	2.32	-42.44	-5.10	1.62	2.00%
Combinación con mayor tracción o menor compresión					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
4.08	77.81	265.65	1.59	15.55	83.00%
Combinación con mayor cortante sobre un perno					
Vx (kN)	Vy (kN)	N (kN)	Mx (kNm)	My (kNm)	Aprovecham.
-4.46	-78.33	-323.77	-1.60	-16.33	38.00%



Cargas combinadas: Cargas de diseño

Resultados

Método de cálculo: ACB1811/CIP

Datos técnicos: Datos técnicos de Hilti

Utilización (%)

Tracción: 61 %

Cortante: 57 %

Combinación Tracción/Cortante 83 %

Profundidad de empotramiento optimizada

Emplear selección de profundidad de empotramiento

Longitud de empotramiento: 430 mm

Mensajes

Acti...	Fuerzas [kN]			Momentos [kNm]			Comentarios
	Vx	Vy	N	Mx	My	Mz	
●	4.08	77.81	265.65	1.59	15.55	0	Cargas de diseño
○	0	0	0	0	0	0	Cargas sostenidas

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 94 de 161</p>

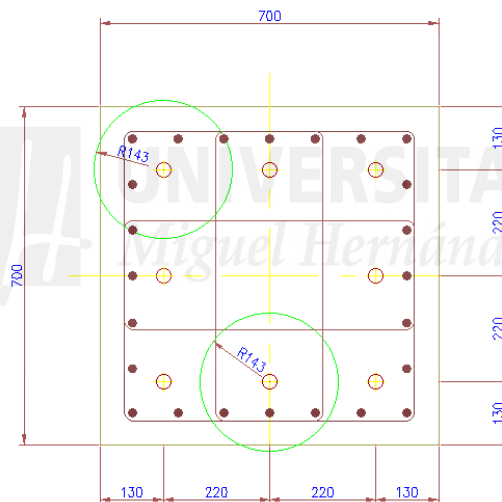
A la vista de los cálculos realizados para todos los pernos analizados, el hormigón del pedestal por sí solo no es capaz de soportar los esfuerzos debidos a la tracción en el anclaje, por lo que se necesita refuerzo.

De acuerdo a ACI 318-11, puede considerarse como refuerzo a tracción de cada cono de rotura, el armado del pedestal siempre y cuando, el armado este dentro de una circunferencia de radio igual a $h_{ef}/3$, siendo h_{ef} la longitud embebida del anclaje, y tomando como centro de esta circunferencia el centro del anclaje. Como la longitud embebida de los pernos de M30 es de 430 mm el radio de la circunferencia será igual a $430 \text{ mm} / 3 = 143 \text{ mm}$.

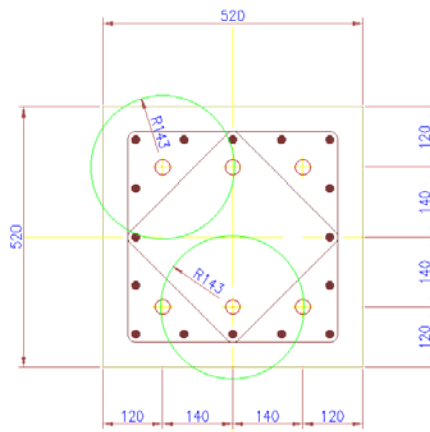
En nuestro caso, para garantizar una rotura dúctil del hormigón armado en los pedestales colocaremos en el interior del radio indicado anteriormente, una cantidad de acero igual a la capacidad mecánica a tracción del perno de M30 (201.96 kN).



Realizando el armado de los pedestales de los pilares HEB-240 y HEB-260 con barras de diámetro 16 mm, tendríamos que tener el siguiente nº de barras dentro del cono de rotura:

$$N^{\circ} \text{ barras} \times \pi/4 \times (16\text{mm})^2 \times (500 \text{ N/mm}^2/1.15) = 201.96 \text{ KN} \rightarrow 3 \text{ ud de } \Phi 16 \text{ mm.}$$



Por su parte para los pilares HEB-180 con la siguiente configuración de armado también cumpliríamos con lo indicado anteriormente:



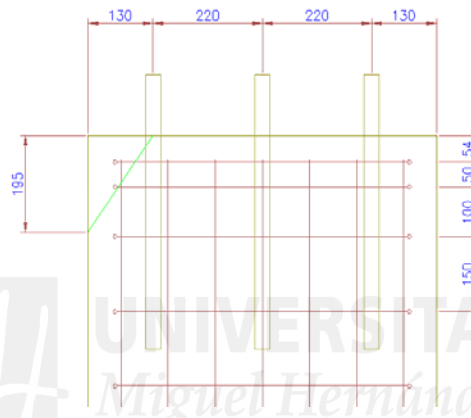
	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 95 de 161</p>

De acuerdo a ACI 318-11, puede considerarse como refuerzo a cortante de cada cono de rotura, los estribos del pedestal siempre y cuando, el armado este dentro del área formada por la distancia del perno al borde y una profundidad de 1,5 veces la distancia del perno al borde.

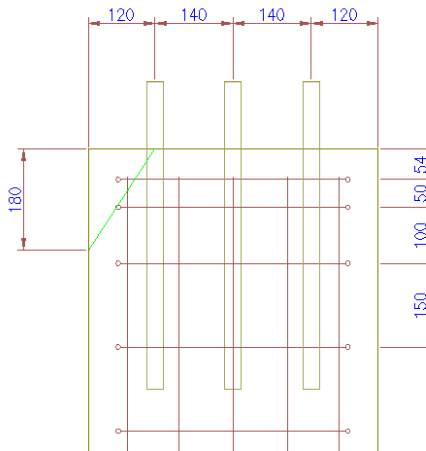
En nuestro caso, para los pernos de M30 el máximo esfuerzo a cortante por perno es de 13.08 KN, y colocando estribos de $\Phi 8$ mm tenemos lo siguiente:

$$\pi/4 \times (8\text{mm})^2 \times (500 \text{ N/mm}^2/1.15) = 21.85 \text{ KN} > 13.08 \text{ KN} \rightarrow \text{OK}$$

Para los pedestales de los pilares HEB-240 y HEB-260 con el siguiente armado se cumpliría lo indicado anteriormente, ya que como se puede ver en la siguiente imagen la línea de rotura por cortante pasa por al menos un estribo.



Por su parte para los pilares HEB-180 con el siguiente armado de estribos también se cumpliría con lo indicado anteriormente.



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 96 de 161</p>

- **Placas de anclaje**

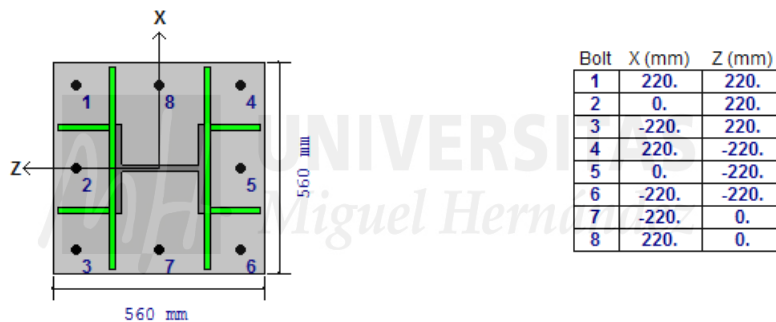
La comprobación y dimensionado de las placas de anclaje se realiza mediante el software de cálculo Risa Base, que realiza los cálculos de acuerdo a un análisis por elementos finitos, obteniéndose la máxima tensión que se produce en la placa y comparándola frente al límite elástico del acero empleado en las placas (Acero S275JR con un límite elástico de 275 N/mm²).

El procedimiento de cálculo consiste en colocar para todo el proyecto dos tipos de placa de anclaje: uno para los pilares HEB-240 y HEB-260 y otro para los pilares HEB-180 quedando las placas dimensionadas para el pilar de cada tipo más desfavorable.

Para cada tipología, que engloba el número de pilares con la misma placa, y del lado de la seguridad, se toman 2 hipótesis: 1 hipótesis con la máxima tracción acompañada de los máximos cortantes y momentos, y otra hipótesis con la máxima compresión acompañada de los máximos cortantes y momentos.

Con todo ello se muestran a continuación las salidas gráficas de la hipótesis más desfavorable de cada tipología de pilar:

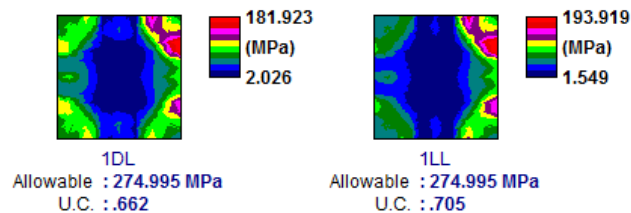
o **Pilares HEB-240:**





Loads

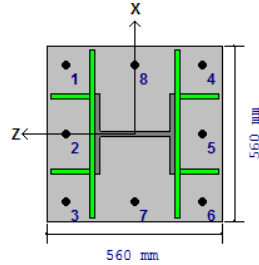
	P (kN)	Vx (kN)	Vz (kN)	Mx (kN-m)	Mz (kN-m)
DL	-4	3.74	28.45	132.07	9.87
LL	141.43	3.74	28.45	132.07	9.87

Base Plate Stress Contour



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 97 de 161

○ **Pilares HEB-260:**

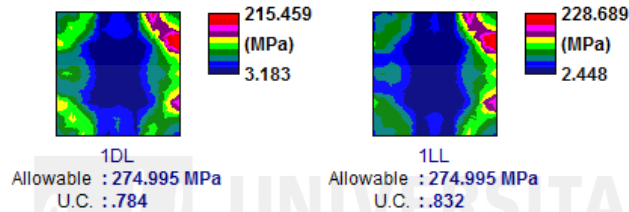


Bolt	X (mm)	Z (mm)
1	220.	220.
2	0.	220.
3	-220.	220.
4	220.	-220.
5	0.	-220.
6	-220.	-220.
7	-220.	0.
8	220.	0.

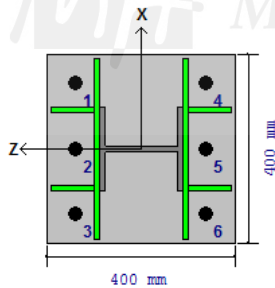
Loads

	P (KN)	Vx (KN)	Vz (KN)	Mx (KN-m)	Mz (KN-m)
DL	7.9	4.96	33.71	165.6	16.01
LL	169.47	4.96	33.71	165.6	16.01

Base Plate Stress Contour



○ **Pilares HEB-180:**

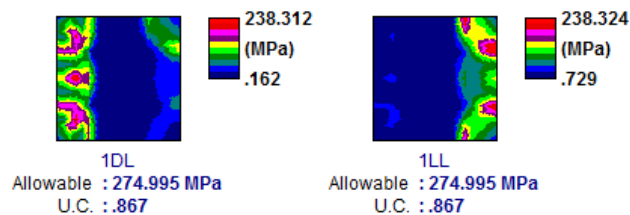


Bolt	X (mm)	Z (mm)
1	140.	140.
2	0.	140.
3	-140.	140.
4	140.	-140.
5	0.	-140.
6	-140.	-140.



Loads

	P (KN)	Vx (KN)	Vz (KN)	Mx (KN-m)	Mz (KN-m)
DL	-265.65	78.33	14.55	55.74	5.1
LL	323.77	78.33	14.55	55.74	5.1

Base Plate Stress Contour



Como se puede observar de los resultados obtenidos para los casos más desfavorables, los espesores de placas de anclaje seleccionados son válidos con el uso de rigidizadores, tal como están diseñadas las placas del proyecto.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 98 de 161</p>

9. CÁLCULO DE LAS UNIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA

Todas las uniones de la estructura metálica se han proyectado soldadas, a excepción de aquellas que se han considerado a realizar en obra debido al despiece y capacidades de los transportes, y que se han diseñado atornilladas. De acuerdo a lo indicado por la EAE-11 solo será necesario el cálculo de las uniones en ángulo o las uniones de penetración parcial, ya que la resistencia de un cordón de soldadura de penetración completa, sin defectos, es igual superior a la del metal de base contiguo más débil, por lo que no precisa de ser calculado.

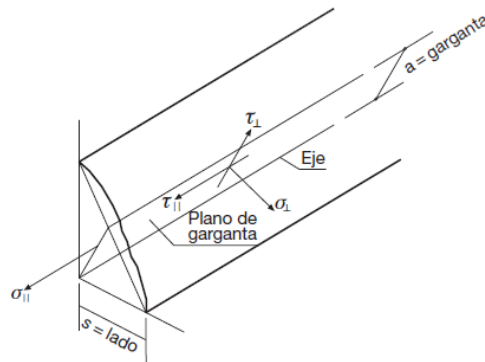
No se considerarán efectivos para transmitir esfuerzos aquellos cordones con longitudes inferiores a 30 mm o a 6 veces el espesor de garganta.

La resistencia de un cordón en ángulo es suficiente si se cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

$$\sigma_{\perp} \leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

De la anterior fórmula se supondrá que las fuerzas transmitidas por un tramo de cordón, dan origen a las tensiones normales σ_{\parallel} , que actúa sobre un plano normal al eje del cordón y que no afecta a la resistencia del cordón, y σ_{\perp} , que actúa sobre el plano de garganta; y las tensiones tangenciales τ_{\perp} y τ_{\parallel} , que actúan sobre el plano de garganta en dirección paralela y perpendicular al eje del cordón respectivamente.





Para el acero S275 empleado en todo el proyecto deducimos los siguientes valores:

$$f_u: 430 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta_w: 0.85$$

$$\gamma_{M2}: 1.25$$

Por lo que la tensión total en las soldaduras ha de ser menor a $407,71 \text{ N/mm}^2$ y la tensión que actúa sobre el plano de garganta inferior a $309,60 \text{ N/mm}^2$.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 99 de 161

Si un cordón de espesor de garganta “a” y longitud “L_w” tiene que transmitir una fuerza F que toma un ángulo α con el eje del cordón, las condiciones anteriores se satisfacen cuando la tensión tangencial media en el cordón cumple la condición:

$$\tau_w = \frac{F}{aL_w} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{1 + 2 \cos^2 \alpha}}$$

Se está del lado de la seguridad si se toma, para cualquier valor de α:

$$\tau_w = \frac{F}{aL_w} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}}$$

Es decir si la tensión tangencial es inferior a 233.66 N/mm² se podrá dar por válido el cordón diseñado.

Para los esfuerzos considerados en el cálculo de cada una de las uniones se puede ver en el anexo 1 de este documento los esfuerzos considerados en cada unión, así como los criterios considerados a la hora de seleccionar cada una de las cargas de diseño de la unión.

A partir de esta metodología se analizan las diferentes uniones del proyecto:

- Unión tipo 1: Unión de los cordones superior e inferior de la viga en celosía del tramo 1 a los pilares.

Esta unión se diseña mediante un arranque soldado a los pilares y con los cordones unidos a este arranque mediante una unión con cubrejuntas, por lo que dentro de esta unión se verificará tanto la unión soldada como la unión atornillada con cubrejuntas.

La unión soldada del arranque al pilar se proyecta como una soldadura en ángulo para el alma y como una soldadura a penetración completa con preparación de bordes para las alas, por lo que solamente será necesario verificar que la garganta de la soldadura en ángulo del alma es suficiente para los esfuerzos a los que estará sometida. El alma tendrá como solicitaciones el cortante y la parte proporcional de carga axil que absorbe el alma con respecto al total del área de la sección.

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES A CORTANTE

DATOS

Axil (23% total), N =	<input type="text" value="28.51"/> KN
Cortante, V =	<input type="text" value="9.23"/> KN
Coefficiente mayoración cargas =	<input type="text" value="1"/>
Espesor de garganta.....	<input type="text" value="4"/> mm
Longitud de la soldadura =	<input type="text" value="120"/> mm
Distancia carga a soldadura, e =	<input type="text" value="0"/> mm

Tensiones causadas por el esfuerzo cortante:

σ =	0.0	N/mm ²
τ _n =	0.0	N/mm ²
τ _t =	9.6	N/mm ²

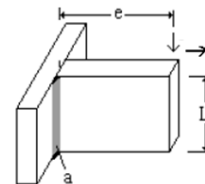
Tensiones causadas por el esfuerzo normal:



σ =	21.0	N/mm ²
τ _n =	21.0	N/mm ²

F_{w,Ed} = 45.2 N/mm²

11.2 %

F_{w,Rd} (S275) = 404.7 N/mm²



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 100 de 161

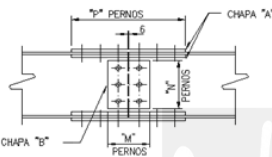
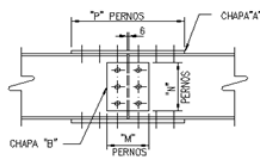
A continuación se calcula la unión atornillada con cubrejuntas entre el arranque soldado al pilar y la viga HEB180 con las siguientes características, cargas y dimensiones en la unión:

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9 M 16
 Acero Calidad..... S275 Tensión de fluencia $f_y = 275$ N/mm²
 Superficies de contacto..... Tratadas con granalla o arena y posteriormente $\mu = 0.4$

1.2.- Datos Geométricos



Número filas de tornillos en el alma, N..... 2
 Número columnas de tornillos en el alma, M..... 2
 Número filas de tornillos en el ala, P..... 6
 Número columnas de tornillos en el ala, S..... 2
 Perfil de las vigas a unir..... HEB 180
 Con platabanda interior en las alas (Sketch 2).....

1.3 Cargas mayoradas del Risa 3D

Tracción sobre la unión N.....	42.77 KN	Compresión sobre la unión P.....	123.95 KN
Momento en el eje fuerte M _z	11.32 KNm	Momento en el eje debil M _y	3.69 KNm
Cortante en el eje Y.....	9.23 KN	Cortante en el eje Z.....	1.56 KN

Coefficiente de mayoración de cargas..... 1

1.4 Dimensiones de las platabandas

Espesor platabanda alma.....	8 mm	Espesor platabanda exterior de alas.....	10 mm	Espesor platabanda interior de alas...	10 mm
Ancho platabanda alma.....	122 mm	Ancho platabanda exterior de alas.....	180 mm	Ancho platabanda interior de alas.....	70.75 mm
Longitud platabanda alma.....	120 mm	Longitud platabanda exterior de alas.....	360 mm	Longitud platabanda interior de alas...	360 mm

1.5 Características de la Unión

Área de las alas.....	5040 mm ²	Gramil.....	100 mm
Área del alma.....	1292 mm ²		
Área total.....	6332 mm ²		
Momento de Inercia I _z	46,413,242 mm ⁴	Módulo resistente W _z	488,560 mm ³
Momento de Inercia I _y	17,975,478 mm ⁴	Módulo resistente W _y	199,728 mm ³
A _x	6,430 mm ²		
A _y	1,952 mm ²		
A _z	2,830 mm ²		

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 101 de 161</p>

Se obtendrían los siguientes esfuerzos sobre el alma y las alas:

1.6 Esfuerzos en el Alma de la Viga

Esfuerzo Axil..... $A_a =$	25.29 KN
Esfuerzo Cortante Eje Y..... $F_{vd,y} =$	9.23 KN
Esfuerzo Total..... $F_{v,Ed} =$	34.52 KN

1.7 Esfuerzos en las Alas de la Viga

Esfuerzo Axil..... $A =$	49.33 KN
Esfuerzo Cortante Eje Y..... $F_{vd,y} =$	0.78 KN
Momento en el eje fuerte..... $M_z =$	62.89 KN
Momento en el eje débil..... $M_y =$	36.90 KN
Esfuerzo Total..... $F_{v,Ed} =$	149.90 KN

Y se realizarían las siguientes comprobaciones con los siguientes resultados:

2.- CÁLCULO DE LOS TORNILLOS DEL ALMA DE LA VIGA

2.1.- Resistencia a Cortante

$$F_{v,Ed} = 8.6 \quad \text{KN} \quad 6.9 \%$$

$$F_{v,Rd} = \eta \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 125.6 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma de la Viga

$$F_{t,Ed} = 8.6 \quad \text{KN} \quad 13.1 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_y d t}{\gamma_{M2}} = 66.1 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

2.3. - Resistencia a Aplastamiento de la Platabanda



$$F_{t,Ed} = 4.3 \quad \text{KN} \quad 6.9 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_y d t}{\gamma_{M2}} = 62.2 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

2.4.- Resistencia a Esfuerzo Normal de la Platabanda

$$F_{t,Ed} = 35.4 \quad \text{N / mm}^2 \quad 12.9 \%$$

$$F_{t,Rd} = 275.0 \quad \text{N / mm}^2 \quad \text{OK}$$

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 102 de 161

3.- CÁLCULO DE LOS TORNILLOS DEL ALA DE LA VIGA

3.1.- Resistencia a Cortante

$$F_{V,Ed} = 12.5 \quad \text{KN} \quad 9.9 \%$$

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 125.6 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

3.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma de la Viga

$$F_{t,Ed} = 12.5 \quad \text{KN} \quad 11.5 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_y d t}{\gamma_{M2}} = 108.8 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

3.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Platabanda

$$F_{t,Ed} = 6.2 \quad \text{KN} \quad 8.0 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_y d t}{\gamma_{M2}} = 77.7 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

3.4.- Resistencia a Esfuerzo Normal de la Platabanda

$$F_{t,Ed} = 60.9 \quad \text{N / mm}^2 \quad 22.2 \%$$

$$F_{t,Rd} = 275.0 \quad \text{N / mm}^2 \quad \text{OK}$$

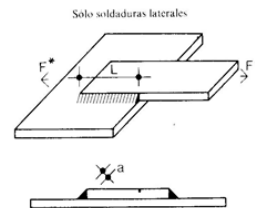
- Unión tipo 2: Unión de las diagonales atornilladas y soldadas de la viga en celosía del tramo 1.

Para las diagonales soldadas se comprueba que las soldaduras en ángulo proyectadas (garganta y longitud) son capaces de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, así como que el espesor de la cartela de unión es suficiente.

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES DE ARRIOSTRADOS

DATOS

Axil, N =	<input type="text" value="97.27"/> KN
Cortante, V =	<input type="text" value="0.00"/> KN
Coefficiente mayoración cargas =	<input type="text" value="1.00"/>
Espesor de garganta.....	<input type="text" value="7.00"/> mm
Longitud de la soldadura =	<input type="text" value="150"/> mm
Distancia carga a soldadura, e =	<input type="text" value="0"/> mm



$$\tau_w = \frac{F}{aL_w} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}}$$

Tensiones causadas por el esfuerzo normal:

$$\tau_{w,Ed} = 46.3 \quad \text{N/mm}^2 \quad 19.8 \%$$

$$\tau_{w,Rd} (S275) = 233.7 \quad \text{N/mm}^2$$

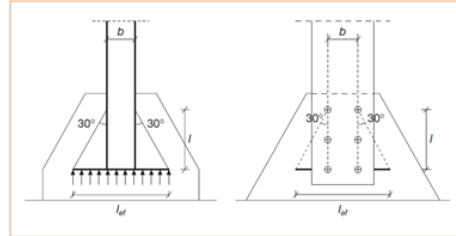
	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 103 de 161</p>

ESPESOR DE LA CARTELA

Ancho pieza, b = 80 mm
fy = 275 N/mm2

t = 1.6 mm

$$\frac{F_{c,Ed}}{t(b+L)} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$



En la expresión anterior es $F_{c,Ed}$ el esfuerzo transmitido a la cartela, b la anchura de la pieza en dirección normal al esfuerzo $F_{c,Ed}$, L la longitud de los cordones de soldadura, medida en la dirección del esfuerzo $F_{c,Ed}$, f_y el límite elástico del acero de la cartela y γ_{M0} el coeficiente de minoración de resistencias.

De igual manera para las diagonales atornilladas se comprueba que las uniones atornilladas proyectadas son capaces de resistir los esfuerzos a los que están sometidas.

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9

M 20

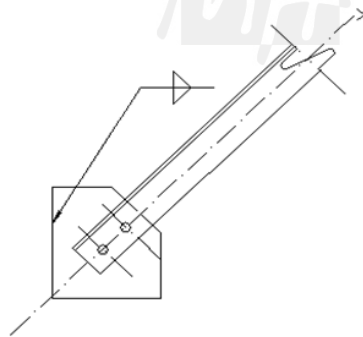
Acero Calidad..... S275

Tensión de fluencia f_y = 275 N/mm2

Superficies de contacto..... Tratadas con granalla o arena y posteriormente

μ = 0.4

1.2.- Datos Geométricos



Número de tornillos en el arriostrado: 2

Angular..... L80x80x10

Espesor de la cartela 10 mm

Dimensión horizontal de la cartela 270 mm

Dimensión vertical de la cartela 150 mm

Separación entre tornillos en el angular 55 mm

Ángulo del arriostrado con la horizontal 43°

1.3 Cargas mayoradas

Tracción sobre el angular N..... 97.27 KN

Compresión sobre el angular P..... 97.27 KN

Coficiente de mayoración de cargas..... 1

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 104 de 161

2.- CÁLCULO DE LOS TORNILLOS DEL ANGULAR

2.1.- Resistencia a cortante (Tornillos a cortante)

$$F_{v,Ed} = V_r = 24.3 \quad \text{KN} \quad 24.8$$

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 98.0 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma del Angular

$$F_{t,Ed} = N_2^*/n = 48.6 \quad \text{KN} \quad 50.8 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 95.7 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

2.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Cartela

$$F_{t,Ed} = N_2^*/n = 48.6 \quad \text{KN} \quad 50.8 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 95.7 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

3.- CÁLCULO DE CORTANTE DE BLOQUE EN EL ANGULAR

3.1.- Resistencia a Desgarro por Cortante según CTE

$$A_{eff} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1292.9 \quad \text{mm}^2$$

$$L_2 = (a_2 - kd_0)(f_u/f_y) = 34.3 \quad \text{mm}$$

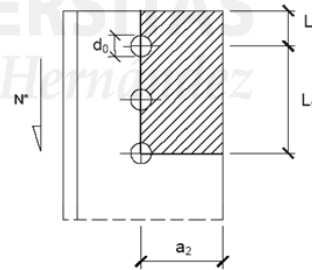
$$L_1 = 2 \times d = 40 \quad \text{mm}$$

$$L_v = (n-1) \times s = 55 \quad \text{mm}$$

$$a_2 = \text{Ancho - Gramil} = 34 \quad \text{mm}$$

$$F_{v,Ed} = 97.3 \quad \text{KN} \quad 52.1 \%$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_y A_{eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 186.6 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$



4.- CÁLCULO A TRACCIÓN DEL ANGULAR

$$\text{Área neta del angular, } A_n = 1300 \quad \text{mm}^2$$

$$\text{Área bruta del angular, } A = 1500 \quad \text{mm}^2$$

Resistencia de la sección neta:



$$F_{t,Ed} = 48.635 \quad \text{KN} \quad 13.6 \%$$

$$F_{v,Rd} = 357.5 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

Resistencia de la sección bruta:

$$F_{t,Ed} = 97.27 \quad \text{KN} \quad 23.6 \%$$

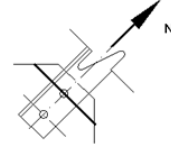
$$F_{v,Rd} = 412.5 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 105 de 161

5.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA CARTELA

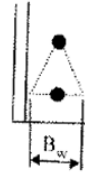
5.1.- Resistencia a tracción en la zona del arriostrado

Área resistente neta de la cartela, $A_n =$	1248.0 mm ²	
$F_{t,Ed} =$	97.27 KN	28.3 %
$F_{v,Rd} =$	343.2 KN	OK



5.2.- Resistencia a Pandeo de la Cartela

Ancho de la Sección Whitmore... $B_w =$	63.5 mm	
Longitud de la Sección Whitmore... $L =$	105.8 mm	
Momento de inercia de la cartela... $I =$	5292.4 mm ⁴	
$N_{cr} = (\pi/L_k)^2 \times E \times I =$	980195.0 N	
$\lambda = (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} =$	0.65	
$\phi =$	0.82	
$\chi =$	0.76	
$F_{b,Ed} =$	97.3 KN	34.3 %
$F_{b,Rd} =$	283.6 KN	OK



- Unión tipo 3: Unión de los montantes de la viga en celosía del tramo 1.

Se comprueba que las soldaduras en ángulo proyectadas (garganta y longitud) proyectadas para los montantes de la viga en celosía del tramo 1 son capaces de resistir los esfuerzos a los que están sometidas.

EN 10025-2 | S 275



f_y [MPa]	f_u [MPa]	β	γ_M	γ_{M2}	$f_{vw,d}$ [MPa]
275	430	0.85	1.25		404.71

Propiedad	Valor
A [cm ²]	22.88
z_g [cm]	-9.30
I_z [cm ⁴]	516
$W_{z,sup}$ [cm ³]	90.46
$W_{z,inf}$ [cm ³]	90.46

Cordón	y_i [mm]	z_i [mm]	y_f [mm ²]	z_f [mm ²]	Simetría	e [mm]	alfa [°]	L [mm]	a [mm]
1	60.0	-150.0	-60.0	-150.0	No	0.0	180.00	120	4
2	-60.5	-142.0	-14.5	-142.0	Si	29.0	0.00	46	4
3	-2.5	-130.0	-2.5	-56.0	Si	5.0	90.00	74	4
4	60.5	-44.0	14.5	-44.0	Si	29.0	180.00	46	4
5	-60.0	-36.0	60.0	-36.0	No	0.0	0.00	120	4

Soldadura válida | Von Mises, Max [MPa] = 93.70 < $f_u/\beta/\gamma_M/\gamma_{M2}$ [MPa] = 404.71

N_{sd} [kN]	$M_{y,Sd}$ [kNm]	$V_{z,Sd}$ [kN]
67.12	3.34	4.75

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 106 de 161</p>

- Unión tipo 4: Unión de las vigas de atado a los pilares.

Se trata de una unión de la viga al alma del pilar a través de una cartela soldada y una unión atornillada entre la cartela y el alma de la viga.

Para la unión atornillada se comprueba que la unión proyectada es capaz de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, obteniéndose los siguientes resultados.

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9 5 M 16

Acero Calidad..... S275 2 **Tensión de fluencia f_y =** 275 N/mm²

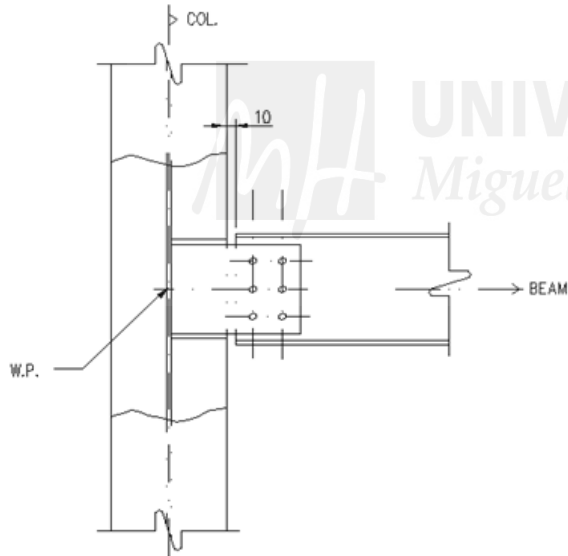
Superficies de contacto..... Tratadas con granalla o arena y posteriormente m= 0.4

1.2.- Datos Geométricos

Número de filas de tornillos n_v 2 Número de columnas de tornillos n_h 3

Perfil Soporte... HEB 260

Perfi Viga..... HEA 160



Espesor de la cartela 12 mm

Dimensión horizontal de la cartela 285 mm

Dimensión vertical de la cartela 100 mm

Separación vertical entre tornillos s_v 45 mm

Separación horizontal entre tornillos s_h 45 mm

Distancia del alma a los tornillos 165 mm

Axil N..... 126.95 KN Compresión P..... 126

Cortante V..... 8.71 KN

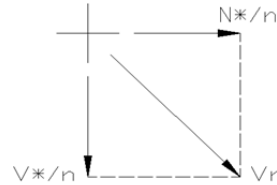
Coefficiente de mayoración de cargas... 1

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 107 de 161

2.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS TORNILLOS

$$\begin{array}{lll}
 V_u = Q / n & 1.5 & \text{KN} \\
 N_u = A / n & 21.5 & \text{KN} \\
 N_u \text{ momento} = Q^2 e / e d^2 & 20.3 & \text{KN}
 \end{array}$$

$$\text{Cortante resultante } V_r = (N_u^2 + V_u^2)^{0.5} = 41.8 \quad \text{KN}$$



2.1.- Resistencia a cortante (Tornillos a cortante)

$$F_{V,Ed} = V_r = 41.8 \quad \text{KN}$$

83.3

$$F_{V,Rd} = \pi \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 50.2 \quad \text{KN}$$

OK

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma de la Viga

$$F_{t,Ed} = V_r = 41.8 \quad \text{KN}$$

91.1 %

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_t d t}{\gamma_{M2}} = 45.9 \quad \text{KN}$$

OK

2.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Cartela

$$F_{t,Ed} = V_r = 41.8 \quad \text{KN}$$

45.6 %

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_t d t}{\gamma_{M2}} = 91.8 \quad \text{KN}$$

OK

3.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DEL ALMA DE LA VIGA

3.1.- Resistencia a Desgarro por Cortante según CTE

$$L_v = (n_v - 1) \times s_v = 45 \quad \text{mm}$$

$$L_1 = (h - L_v) / 2 = 53.5 \quad \text{mm}$$

$$L_3 = (h - L_v) / 2 = 53.5 \quad \text{mm}$$

$$A = t \times (L_v + L_1 + L_3) = 912 \quad \text{mm}^2$$

$$A_{net} = t \times (L_v + L_1 + L_3 - n_v \cdot d_v) = 696 \quad \text{mm}^2$$

$$F_{V,Ed} = V^* = 8.71 \quad \text{KN}$$

6.6 %

$$F_{V,Rd} = \frac{f_y A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 131.6 \quad \text{KN}$$

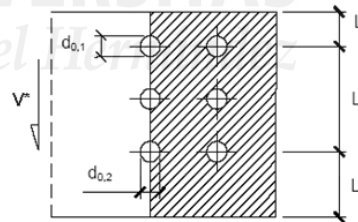
OK

$$F_{V,Ed} = V^* = 8.71 \quad \text{KN}$$

6.6 %

$$F_{V,Rd} = \frac{f_u A_{net}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} = 131.8 \quad \text{KN}$$

OK



3.2.- Resistencia a Cortante de Bloque según CTE

$$a_2 = 120 \quad \text{mm}$$

$$L_2 = (a_2 + k d_v) (f_y / f_u) = 111.8 \quad \text{mm}$$

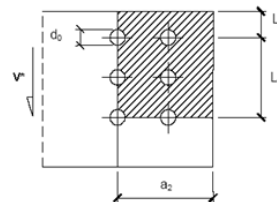
$$A_{br} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1261.9 \quad \text{mm}^2$$



$$F_{V,Ed} = 8.7 \quad \text{KN}$$

4.8 %

$$F_{V,Rd} = \frac{f_y A_{br}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 182.1 \quad \text{KN}$$

OK



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 108 de 161

3.3.- Resistencia a Tensión de Bloque según CTE

$$L_1 = 30 \text{ mm}$$

$$L_k = (n_k - 1) \times s_k = 90 \text{ mm}$$

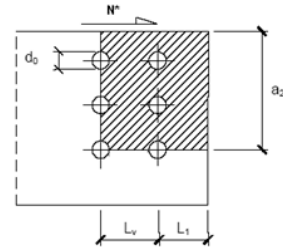
$$a_2 = 98.5 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - k d_0) / (f / f_y) = 79.8 \text{ mm}$$

$$A_{s,r} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1198.6 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = 129.0 \text{ KN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_y A_{s,r}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 173.0 \text{ KN}$$



74.5 %

OK

3.4.- Resistencia a Tensión y Cortante de Bloque combinados, según CTE

$$(F_{t,Ed} / F_{t,Rd}) + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd}) = 0.79 < 1 \quad \text{OK}$$

4.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA CARTELA

4.1.- Resistencia a cortante de la cartela

$$\text{Área resistente bruta de la cartela, } A = 1200.0 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área resistente neta de la cartela, } A_{s,r} = 816 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = V^* = 8.71 \text{ KN} \quad 5.0 \%$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_v A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 173.2 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

$$F_{v,Ed} = V^* = 8.71 \text{ KN} \quad 5.6 \%$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_u A_{s,r}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} = 154.5 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

4.2.- Resistencia a tracción de la cartela

$$\text{Área resistente bruta de la cartela, } A = 1200.0 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = N^* = 129.0 \text{ KN} \quad 48.8 \%$$

$$F_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} = 264.0 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

4.3.- Resistencia a flexión y tracción de la cartela

$$M_{Ed} = V^* \cdot e = 1633.1 \text{ KNmm} \quad 49.5 \%$$

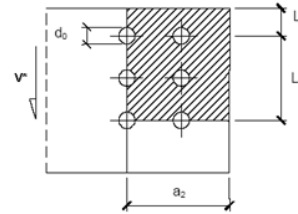
$$M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd} = 3300.0 \text{ KNmm} \quad \text{OK}$$

$$(F_{t,Ed} / F_{t,Rd}) + (M_{Ed} / M_{el,Rd}) = 1.0 < 1 \quad \text{OK}$$

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 109 de 161</p>

4.4.- Resistencia a Cortante de Bloque según CTE

$$\begin{aligned}
 L_1 &= 27.5 \text{ mm} \\
 L_v &= (n_v - 1) \times s_v = 45 \text{ mm} \\
 a_2 &= 120 \text{ mm} \\
 L_2 &= (a_2 - k \cdot d_0) / (f_y / f_y) = 111.8 \text{ mm} \\
 A_{s,r} &= t \times (L_v + L_1 + L_2) = 2310.0 \text{ mm}^2 \\
 F_{v,Ed} &= 8.7 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{s,r}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 333.4 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

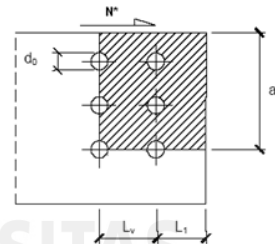


2.6 %

OK

4.5.- Resistencia a Tensión de Bloque según CTE

$$\begin{aligned}
 L_1 &= 30 \text{ mm} \\
 L_v &= (n_v - 1) \times s_v = 90 \text{ mm} \\
 a_2 &= 72.5 \text{ mm} \\
 L_2 &= (a_2 - k \cdot d_0) / (f_y / f_y) = 41.0 \text{ mm} \\
 A_{s,r} &= t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1932.0 \text{ mm}^2 \\
 F_{t,Ed} &= 129.0 \text{ KN} \\
 F_{t,Rd} &= \frac{f_y A_{s,r}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 278.9 \text{ KN}
 \end{aligned}$$



46.2 %

OK

4.6.- Resistencia a Tensión y Cortante de Bloque combinados, según CTE

$$(F_{t,Ed} / F_{t,Rd}) + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd}) = 0.49 < 1 \quad \text{OK}$$



4.7.- Resistencia a Pandeo de la Cartela

$$\begin{aligned}
 \text{Momento de inercia de la cartela } I &= 14400.0 \text{ mm}^4 \\
 N_{cr} &= (\pi L_v)^2 \times E \times I = 274065.0 \text{ N} \\
 I &= (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} = 1.10 \\
 F &= 1.32 \\
 c &= 0.49
 \end{aligned}$$

$$F_{b,Ed} = 128.0 \text{ KN} \quad 87.8 \%$$

$$F_{b,Rd} = 145.7 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

Se comprueba que la soldadura en ángulo proyectada (garganta y longitud) es capaz de resistir los esfuerzos a los que está sometida, y se obtienen los siguientes resultados:

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 110 de 161

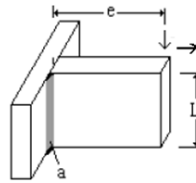
CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES A CORTANTE

DATOS

Axil, N = 128.95 kN
 Cortante, V = 8.71 kN
 Coeficiente mayoración cargas = 1
 Espesor de garganta 6 mm
 Longitud de la soldadura = 100 mm
 Distancia carga a soldadura, e = 210 mm

Tensiones causadas por el esfuerzo cortante:

$\sigma = 64.7 \text{ N/mm}^2$
 $\tau_n = 64.7 \text{ N/mm}^2$
 $\tau_t = 7.3 \text{ N/mm}^2$



Tensiones causadas por el esfuerzo normal:

$\sigma = 76.0 \text{ N/mm}^2$
 $\tau_n = 76.0 \text{ N/mm}^2$

$F_{w,Ed} = 281.6 \text{ N/mm}^2$

69.6 %

$F_{w,Rd} (S275) = 404.7 \text{ N/mm}^2$

- Unión tipo 5: Unión de las vigas de atado intermedias y arriostrados verticales a los pilares.

Se trata de la unión conjunta de la viga de atado intermedia y de los arriostrados verticales al alma a través de una cartela soldada al pilar y una unión atornillada entre la cartela y el alma de la viga y el ala de los arriostrado con sección de 1/2 HEA.

Para la unión atornillada se comprueba que la unión proyectada es capaz de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, obteniéndose los siguientes resultados.

1.- DATOS

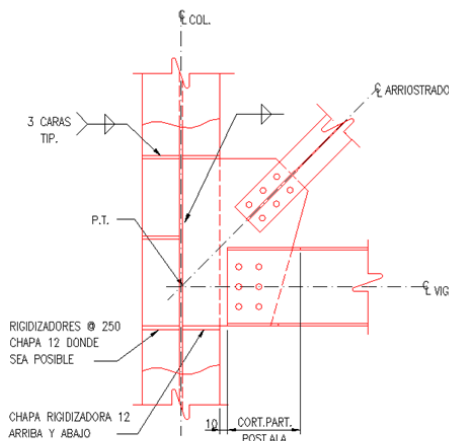
1.1.- Materiales

Tornillos calidad: 10.9

Acero Calidad: S275

Tensión de fluencia $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

1.2.- Datos Geométricos



dimensiones Personalizar

Perfil Soporte: HEB 180

Perfil Viga: HEA 160

Arriostrado: 1/2 HEA200

Número de filas de tornillos en la viga: 2
 Número de columnas de tornillos en la viga: 2
 Diámetro de los tornillos de la viga: M 16
 Número de tornillos en el arriostrado: 6
 Diámetro de los tornillos del arriostrado: M 16
 Espesor de la cartela: 12 mm
 Dimensión horizontal de la cartela: 375 mm
 Dimensión vertical de la cartela: 430 mm
 Separación entre tornillos en el angular: 45 mm
 Separación entre tornillos en la viga: 45 mm
 Distancia del alma a los tornillos: 125 mm

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 111 de 161

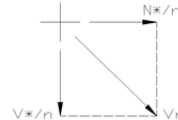
1.3 Cargas

Axil N_1 73.08 KN Axil sobre el arriostado N_2 105.62 KN
Cortante V_1 1.04 KN
Coeficiente de mayoración de cargas:..... 1

2.- COMPROBACIONES

2.1.- Comprobación de los tornillos del alma de la viga

Cortante por tornillo: $V_n = V_1/n =$ 0.3 KN
Axil por tornillo: $N_n = N_1/n =$ 18.3 KN
Axil debido a la excentricidad: $N_n = V_n \cdot e/cd2 =$ 1.7 KN
Cortante resultante $V_n = \sqrt{N_n^2 + V_n^2}^{0.8} =$ 20.0 KN



a) Resistencia a cortante

$F_{v,Rd} = V_n =$ 20.0 KN 31.8 %
 $F_{v,Rd} = \eta \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} =$ 62.8 KN OK

b) Resistencia a aplastamiento del alma de la viga

$F_{t,Rd} = V_n =$ 20.0 KN 43.5 %
 $F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_c d t}{\gamma_{M2}} =$ 45.9 KN OK

c) Resistencia a aplastamiento de la cartela

$F_{t,Rd} = V_n =$ 20.0 KN 21.8 %
 $F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_c d t}{\gamma_{M2}} =$ 91.8 KN OK



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 112 de 161</p>

2.2.- Comprobación de los tornillos del arriostrado

a) Resistencia a cortante

$$F_{v,Ed} = N_d \cdot n = 17.6 \quad \text{KN} \quad 28.0 \%$$

$$F_{v,Rd} = n \frac{0.5 f_u A}{\gamma_{M2}} = 62.8 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

b) Resistencia a aplastamiento del ala del arriostrado

$$F_{t,Ed} = N_d \cdot n = 17.6 \quad \text{KN} \quad 16.4 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_t d t}{\gamma_{M2}} = 107.1 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

c) Resistencia a aplastamiento de la cartela

$$F_{t,Ed} = N_d \cdot n = 17.6 \quad \text{KN} \quad 19.2 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_t d t}{\gamma_{M2}} = 31.8 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

2.3.- Comprobación del alma de la viga

a) Resistencia al desgarro por cortante

$$L_v = (n_v - 1) \times s_v = 45 \quad \text{mm}$$

$$L_1 = (h - L_v) / 2 = 53.5 \quad \text{mm}$$

$$L_2 = (h - L_v) / 2 = 53.5 \quad \text{mm}$$

$$A = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 912 \quad \text{mm}^2$$

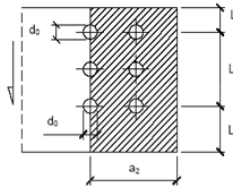
$$A_{n,v} = t \times (L_v + L_1 + L_2 - n_v d_0) = 696 \quad \text{mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = V^* = 1.04 \quad \text{KN} \quad 0.8 \%$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_v A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 131.6 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

$$F_{v,Ed} = V^* = 1.04 \quad \text{KN} \quad 0.8 \%$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_v A_{n,v}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} = 131.8 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$



b) Resistencia al desgarro por cortante de bloque

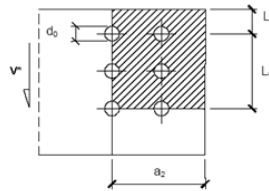
$$a_2 = 77 \quad \text{mm}$$

$$L_2 = (a_2 - k d_0) / (f_v / f_t) = 47.7 \quad \text{mm}$$

$$A_{v,t} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 877.3 \quad \text{mm}^2$$

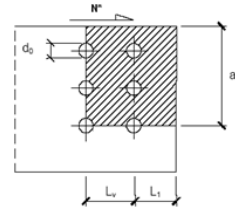
$$F_{v,Ed} = 1.04 \quad \text{KN} \quad 0.8 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_t A_{v,t}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 126.6 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$



c) Resistencia a desgarro por tracción de bloque

$$\begin{aligned}
 L_1 &= 32 \text{ mm} \\
 L_n &= (n_b - 1) \times s_b = 45 \text{ mm} \\
 a_2 &= 98.5 \text{ mm} \\
 L_2 &= (a_2 - k d_0)(f_u / f_t) = 79.8 \text{ mm} \\
 A_{v,t} &= t \times (L_v + L_1 + L_2) = 340.6 \text{ mm}^2 \\
 F_{v,t} &= 73.1 \text{ KN} \\
 F_{t,Rd} &= \frac{f_t A_{t,eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 135.8 \text{ KN}
 \end{aligned}$$



53.8 %
OK

d) Resistencia a tensión y cortante de bloque combinados

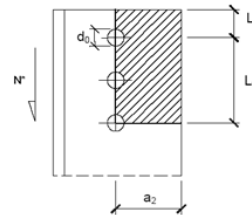
$$(F_{v,t} / F_{v,Rd}) + (F_{v,t} / F_{t,Rd}) = 0.55 < 1$$

OK

2.4.- Comprobación del arriostado

a) Resistencia al desgarro por cortante de bloque

$$\begin{aligned}
 A_{v,t} &= 2 \times t \times (L_v + L_2) = 3543.3 \text{ mm}^2 \\
 L_2 &= (a_2 - k d_0)(f_u / f_t) = 55.2 \text{ mm} \\
 L_1 &= 2 \times d = 32 \text{ mm} \\
 L_v &= (n - 1) \times s = 90 \text{ mm} \\
 a_2 &= (\text{Ancho} - \text{Gramil}) / 2 = 46 \text{ mm} \\
 F_{v,t} &= 105.6 \text{ KN} \\
 F_{t,Rd} &= \frac{f_t A_{t,eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 511.4 \text{ KN}
 \end{aligned}$$



20.7 %
OK

b) Resistencia a tracción del arriostado

$$\begin{aligned}
 \text{Área neta del angular, } A_n &= 1680 \text{ mm}^2 \\
 F_{v,t} &= 105.6 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= 401.7 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

26.3 %
OK

2.5.- Comprobación de la cartela

a) Resistencia a tracción en la zona del arriostado

$$\begin{aligned}
 \text{Área resistente neta de la cartela, } A_n &= 3024.0 \text{ mm}^2 \\
 F_{v,t} &= 105.6 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= 723.1 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

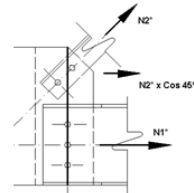
14.6 %
OK



b) Resistencia a tracción de la cartela

$$\begin{aligned}
 \text{Área resistente neta de la cartela, } A_n &= 5160.0 \text{ mm}^2 \\
 F_{v,t} &= 128.6 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= 1233.9 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

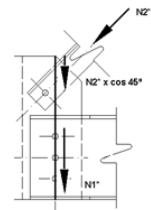
10.4 %
OK





c) Resistencia a cortante

$$\begin{aligned}
 \text{Área resistente neta de la cartela, } A_n &= 5160.0 \text{ mm}^2 \\
 F_{v,t} &= 56.5 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= 712.4 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

7.9 %
OK



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 114 de 161

d) Resistencia al desgarro por cortante de bloque en la zona de la viga

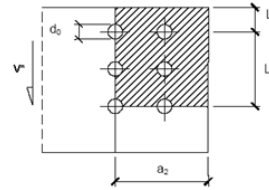
$$a_2 = 250 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - kd_0)(f_y/f_t) = 305.6 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 4849.6 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = 1.0 \text{ KN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_t A_{eff}}{\sqrt{3} \gamma_{MO}} = 700.0 \text{ KN}$$



0.1 %
OK

e) Resistencia al desgarro por tensión de bloque en la zona de la viga

$$L_1 = 205 \text{ mm}$$

$$L_v = (n_b - 1) \times s_b = 45 \text{ mm}$$

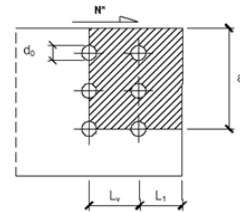
$$a_2 = 98.5 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - kd_0)(f_y/f_t) = 79.8 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 3957.2 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = 73.1 \text{ KN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_t A_{eff}}{\sqrt{3} \gamma_{MO}} = 571.2 \text{ KN}$$



12.8 %
OK

f) Resistencia a tensión y cortante de bloque combinados en la zona de la viga

$$(F_{v,Ed}/F_{v,Rd}) + (F_{t,Ed}/F_{t,Rd}) = 0.13 < 1 \quad \text{OK}$$

g) Resistencia al desgarro por cortante de bloque en la zona del arriostrado

$$A_{eff} = t \times (2 \times L_v + 2 \times L_1 + L_2) = 4520.3 \text{ mm}^2$$

$$L_2 = (a_2 - kd_0)(f_y/f_t) = 132.7 \text{ mm}$$

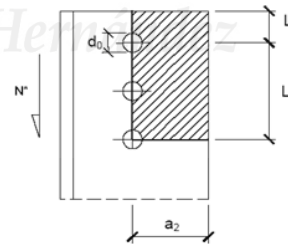
$$L_1 = 2 \times d = 32 \text{ mm}$$

$$L_v = (n-1) \times s = 90 \text{ mm}$$

$$a_2 = 98 \text{ mm}$$

$$F_{v,Ed} = 105.6 \text{ KN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_t A_{eff}}{\sqrt{3} \gamma_{MO}} = 652.4 \text{ KN}$$





16.2 %
OK

h) Resistencia a pandeo

$$\begin{aligned} \text{Ancho de la Sección Whitmore} \dots B_w &= 201.9 \text{ mm} \\ \text{Longitud de la Sección Whitmore} \dots L &= 298.3 \text{ mm} \\ \text{Momento de inercia de la cartela} \dots I &= 29076.9 \text{ mm}^4 \\ N_{cr} &= (\pi L_w)^2 \times E \times I = 470230.5 \text{ N} \\ I &= (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} = 1.19 \\ F &= 1.45 \\ c &= 0.44 \end{aligned}$$

$$F_{b,Ed} = 105.6 \text{ KN} \quad 39.8 \%$$

$$F_{b,Rd} = 265.6 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 115 de 161

- Unión tipo 6: Unión de los arriostrados verticales a las vigas de atado.

Se trata de la unión de los arriostrados verticales a las vigas de atado a través de una cartela y una unión atornillada entre la cartela y el ala de los arriostrado con sección de 1/2 HEA.

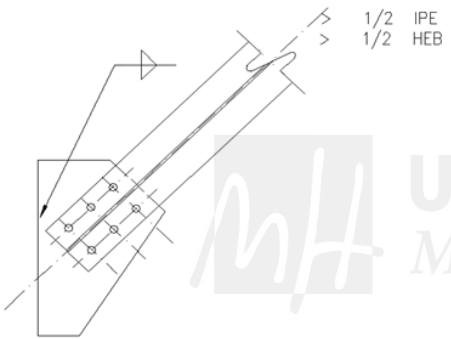
Para la unión atornillada se comprueba que la unión proyectada es capaz de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, obteniéndose los siguientes resultados.

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9 M 16
 Acero Calidad..... S275 Tensión de fluencia $f_y = 275$ N/mm²
 Superficies de contacto..... Tratadas con granalla o arena y posteriormente $\mu = 0.4$

1.2.- Datos Geométricos



Número de filas de tornillos: 3
 Arriostrado..... 1/2 HEA200
 Espesor de la cartela 12 mm
 Dimensión horizontal de la cartela 280 mm
 Dimensión vertical de la cartela 355 mm
 Separación entre filas de tornillos 45 mm
 Ángulo del arriostrado con la horizontal 45°

1.3 Cargas mayoradas

Tracción sobre el arriostrado N..... 102.81 KN Compresión sobre el arriostrado P..... 105.62 KN
 Coeficiente de mayoración de cargas..... 1

2.- CÁLCULO DE LOS TORNILLOS EN EL ARRIOSTRADO

2.1.- Resistencia a cortante (Tornillos a cortante)

$$F_{V,Ed} = V_f = 17.1 \text{ KN} \quad 27.3 \text{ OK}$$

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 62.8 \text{ KN}$$

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma del Arriostrado

$$F_{t,Ed} = N_2/n = 17.1 \text{ KN} \quad 22.4 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_w d t}{\gamma_{M2}} = 76.5 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Cartela

$$F_{t,Ed} = N_2/n = 17.1 \text{ KN} \quad 18.7 \%$$

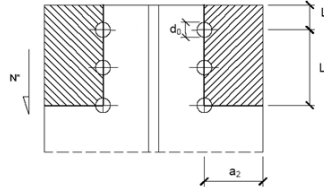
$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_w d t}{\gamma_{M2}} = 91.8 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 116 de 161

3.- CÁLCULO DE CORTANTE DE BLOQUE EN EL ARRIOSTRADO

3.1.- Resistencia a Desgarro por Cortante del arriostrado

$$\begin{aligned}
 A_{\text{eff}} &= 2 \times t \times (L_v + L_1 + L_2) = && 3692.4 \text{ mm}^2 \\
 L_2 &= (a_2 - kd_2)(f_y/f_t) = && 62.6 \text{ mm} \\
 L_1 &= 2 \times d = && 32 \text{ mm} \\
 L_v &= (n-1) \times s = && 90 \text{ mm} \\
 a_2 &= (\text{Ancho - Gramil}) / 2 = && 51 \text{ mm} \\
 F_{v,Ed} &= && 102.8 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{\text{eff}}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = && 532.9 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

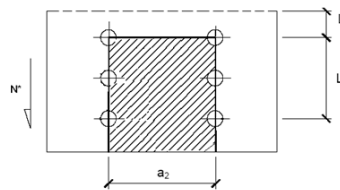


19.3 %

OK

3.2.- Resistencia a Desgarro por Cortante de la cartela

$$\begin{aligned}
 A_{\text{eff}} &= t \times (2L_1 + 2L_2 + L_v) = && 4520.3 \text{ mm}^2 \\
 L_2 &= (a_2 - kd_2)(f_y/f_t) = && 132.7 \text{ mm} \\
 L_1 &= 2 \times d = && 32 \text{ mm} \\
 L_v &= (n-1) \times s = && 90 \text{ mm} \\
 a_2 &= \text{Gramil} = && 98 \text{ mm} \\
 F_{v,Ed} &= && 102.8 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{\text{eff}}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = && 652.4 \text{ KN}
 \end{aligned}$$



15.8 %

OK

4.- CÁLCULO A TRACCIÓN DEL ARRIOSTRADO

$$\begin{aligned}
 \text{Área neta del arriostrado, } A_n &= && 2232.5 \text{ mm}^2 \\
 \text{Área neta del arriostrado, } A_n &= && 2552.5 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Resistencia de la sección neta:

$$\begin{aligned}
 F_{t,Ed} &= && 34.27 \text{ KN} && 5.6 \% \\
 F_{v,Rd} &= && 613.9375 \text{ KN} && \text{OK}
 \end{aligned}$$

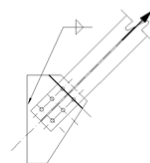
Resistencia de la sección bruta:

$$\begin{aligned}
 F_{t,Ed} &= && 102.81 \text{ KN} && 14.6 \% \\
 F_{v,Rd} &= && 701.9375 \text{ KN} && \text{OK}
 \end{aligned}$$

5.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA CARTELA

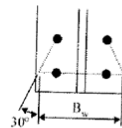
5.1.- Resistencia a tracción en la zona del arriostrado

$$\begin{aligned}
 \text{Área resistente neta de la cartela, } A_n &= && 2832.0 \text{ mm}^2 \\
 F_{t,Ed} &= && 102.81 \text{ KN} && 13.2 \% \\
 F_{v,Rd} &= && 778.8 \text{ KN} && \text{OK}
 \end{aligned}$$



5.2.- Resistencia a Pandeo de la Cartela

$$\begin{aligned}
 \text{Ancho de la Sección Whitmore... } B_w &= && 200.0 \text{ mm} \\
 \text{Longitud de la Sección Whitmore... } L &= && 162.3 \text{ mm} \\
 \text{Momento de inercia de la cartela... } I &= && 28800.0 \text{ mm}^4 \\
 N_{cr} &= (\pi/L_k)^2 \times E \times I = && 2266515.4 \text{ N} \\
 \lambda &= (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} = && 0.72 \\
 \phi &= && 0.89 \\
 \chi &= && 0.71
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 F_{b,Ed} &= && 105.6 \text{ KN} && 13.9 \% \\
 F_{b,Rd} &= && 759.3 \text{ KN} && \text{OK}
 \end{aligned}$$

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 117 de 161

- Unión tipo 7: Unión de los arriostrados verticales a la parte inferior de los pilares.
Esta unión se considera validada con el cálculo realizado previamente para la unión tipo 6.
- Unión tipo 8 y 10: Unión de la viga superior de los pórticos a los pilares.
La unión soldada de las vigas superior de los pórticos del rack al pilar se proyecta como una soldadura en ángulo para el alma y como una soldadura a penetración completa con preparación de bordes para las alas, por lo que solamente será necesario verificar que la garganta de la soldadura en ángulo del alma es suficiente para los esfuerzos a los que estará sometida. El alma tendrá como solicitaciones el cortante y la parte proporcional de carga axil que absorbe el alma con respecto al total del área de la sección.

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES A CORTANTE

DATOS

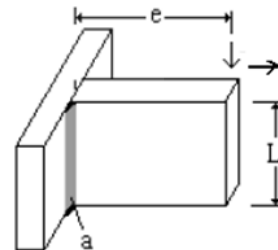
Axil (23% total), $N =$ KN
Cortante, $V =$ KN
Coeficiente mayoración cargas =
Espesor de garganta mm
Longitud de la soldadura = mm
Distancia carga a soldadura, $e =$ mm

Tensiones causadas por el esfuerzo cortante:

$\sigma =$ 0.0 N/mm²
 $\tau_n =$ 0.0 N/mm²
 $\tau_t =$ 54.2 N/mm²

Tensiones causadas por el esfuerzo normal:



$\sigma =$ 2.2 N/mm²
 $\tau_n =$ 2.2 N/mm²



$$F_{w,Ed} = 93.9 \text{ N/mm}^2 \quad 23.2 \%$$

$$F_{w,Rd} (S275) = 404.7 \text{ N/mm}^2$$

- Unión tipo 9 y 11: Unión de la viga inferior de los pórticos a los pilares.
La unión soldada de las vigas inferiores de los pórticos del rack al pilar se proyecta como una soldadura en ángulo para el alma y como una soldadura a penetración completa con preparación de bordes para las alas, por lo que solamente será necesario verificar que la garganta de la soldadura en ángulo del alma es suficiente para los esfuerzos a los que estará sometida. El alma tendrá como solicitaciones el cortante y la parte proporcional de carga axil que absorbe el alma con respecto al total del área de la sección.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 118 de 161</p>

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES A CORTANTE

DATOS

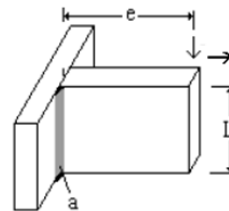
Axil (26% total), N =	2.73	KN
Cortante, V =	19.85	KN
Coefficiente mayoración cargas =	1	
Espesor de garganta	3	mm
Longitud de la soldadura =	100	mm
Distancia carga a soldadura, e =	0	mm

Tensiones causadas por el esfuerzo cortante:

σ =	0.0	N/mm ²
τ_n =	0.0	N/mm ²
τ_t =	33.1	N/mm ²

Tensiones causadas por el esfuerzo normal:

σ =	3.2	N/mm ²
τ_n =	3.2	N/mm ²



F_{w,Ed} = 57.7 N/mm² 14.2 %

F_{w,Rd} (S275) = 404.7 N/mm²

- Unión tipo 12: Unión de las diagonales del arriostrado del cordón inferior de la viga en celosía del tramo 1.

Para las diagonales atornilladas que arriostran el cordón inferior de la viga en celosía se comprueba que las uniones atornilladas proyectadas son capaces de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, así como que el espesor de la cartela de unión es suficiente.

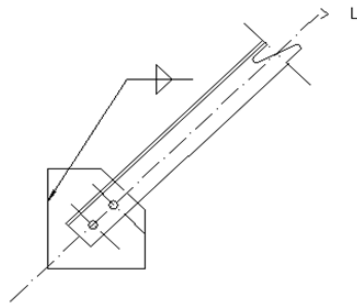
	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 119 de 161

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9 M 20
 Acero Calidad..... S275 Tensión de fluencia $f_y = 275$ N/mm²
 Superficies de contacto..... Tratadas con granalla o arena y posteriormente $\mu = 0.4$

1.2.- Datos Geométricos



Número de tornillos en el arriostrado: 2
 Angular..... L90x80x10
 Espesor de la cartela 12 mm
 Dimensión horizontal de la cartela 155 mm
 Dimensión vertical de la cartela 375 mm
 Separación entre tornillos en el angular 55 mm
 Ángulo del arriostrado con la horizontal 29°

1.3 Cargas mayoradas

Tracción sobre el angular N..... 33.87 KN Compresión sobre el angular P..... 33.87 KN
 Coeficiente de mayoración de cargas..... 1

2.- CÁLCULO DE LOS TORNILLOS DEL ANGULAR

2.1.- Resistencia a cortante (Tornillos a cortante)

$$F_{V,Ed} = V_r = 8.5 \text{ KN} \quad 8.6$$

$$F_{V,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 98.0 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma del Angular

$$F_{t,Ed} = N_2 / n = 16.9 \text{ KN} \quad 17.7 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 95.7 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Cartela

$$F_{t,Ed} = N_2 / n = 16.9 \text{ KN} \quad 14.8 \%$$

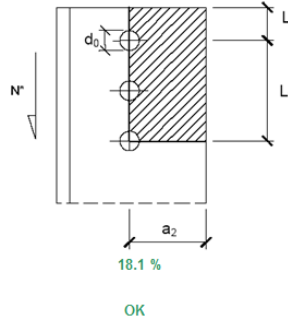
$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 114.8 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 120 de 161</p>

3.- CÁLCULO DE CORTANTE DE BLOQUE EN EL ANGULAR

3.1.- Resistencia a Desgarro por Cortante según CTE

$$\begin{aligned}
 A_{\text{eff}} &= t \times (L_v + L_1 + L_2) = & 1292.9 \text{ mm}^2 \\
 L_2 &= (a_2 - k d_0) (f_u / f_y) = & 34.3 \text{ mm} \\
 L_1 &= 2 \times d = & 40 \text{ mm} \\
 L_v &= (n-1) \times s = & 55 \text{ mm} \\
 a_2 &= \text{Ancho - Gramil} = & 34 \text{ mm} \\
 F_{v,Ed} &= & 33.9 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{\text{eff}}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = & 186.6 \text{ KN}
 \end{aligned}$$



4.- CÁLCULO A TRACCIÓN DEL ANGULAR

$$\begin{aligned}
 \text{Área neta del angular, } A_n &= & 1300 \text{ mm}^2 \\
 \text{Área bruta del angular, } A &= & 1500 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Resistencia de la sección neta:

$$\begin{aligned}
 F_{t,Ed} &= & 16.935 \text{ KN} & & 4.7 \% \\
 F_{v,Rd} &= & 357.5 \text{ KN} & & \text{OK}
 \end{aligned}$$

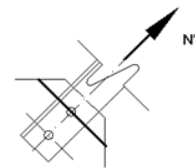
Resistencia de la sección bruta:

$$\begin{aligned}
 F_{t,Ed} &= & 33.87 \text{ KN} & & 8.2 \% \\
 F_{v,Rd} &= & 412.5 \text{ KN} & & \text{OK}
 \end{aligned}$$

5.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA CARTELA

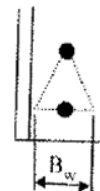
5.1.- Resistencia a tracción en la zona del arriostrado

$$\begin{aligned}
 \text{Área resistente neta de la cartela, } A_n &= & 1838.0 \text{ mm}^2 \\
 F_{t,Ed} &= & 33.87 \text{ KN} & & 6.7 \% \\
 F_{v,Rd} &= & 505.4 \text{ KN} & & \text{OK}
 \end{aligned}$$



5.2.- Resistencia a Pandeo de la Cartela

$$\begin{aligned}
 \text{Ancho de la Sección Whitmore} \dots B_w &= & 63.5 \text{ mm} \\
 \text{Longitud de la Sección Whitmore} \dots L &= & 142.6 \text{ mm} \\
 \text{Momento de inercia de la cartela} \dots I &= & 9145.2 \text{ mm}^4 \\
 N_{cr} &= (\pi/L_k)^2 \times E \times I = & 932244.4 \text{ N} \\
 \lambda &= (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} = & 1.15 \\
 \phi &= & 1.40 \\
 \chi &= & 0.46
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 F_{b,Ed} &= & 33.9 \text{ KN} & & 6.6 \% \\
 F_{b,Rd} &= & 514.4 \text{ KN} & & \text{OK}
 \end{aligned}$$

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 121 de 161</p>

- Unión tipo 13: Unión de las vigas transversales de la viga en celosía a los cordones de la viga en celosía.

Se trata de una unión de la viga al alma del cordón de la viga en celosía a través de una cartela soldada y una unión atornillada entre la cartela y el alma de la viga.

Para la unión atornillada se comprueba que la unión proyectada es capaz de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, obteniéndose los siguientes resultados.

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9 5 **M** 16

Acero Calidad..... S275 2 **Tensión de fluencia f_y =** 275 N/mm²

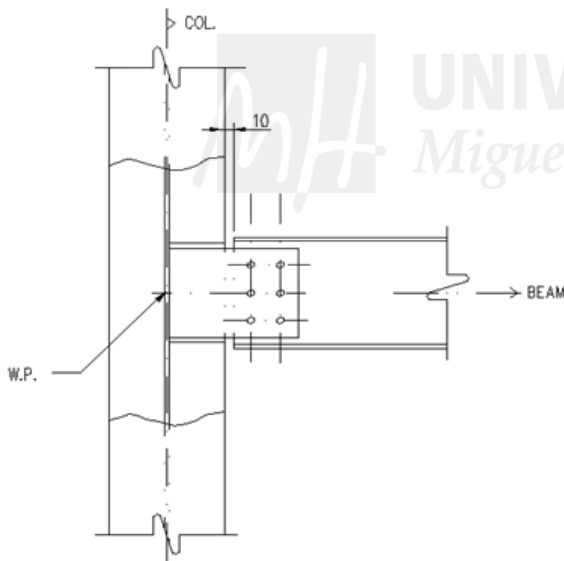
Superficies de contacto..... Tratadas con granalla o arena y posteriormente **m =** 0.4

1.2.- Datos Geométricos

Número de filas de tornillos n_v 2 Número de columnas de tornillos n_k 2

Perfil Soporte... HEB 180

Perfil Viga..... HEB 180



Espesor de la cartela 12 mm

Dimensión horizontal de la cartela 115 mm

Dimensión vertical de la cartela 105 mm

Separación vertical entre tornillos s_v 45 mm

Separación horizontal entre tornillos s_k 45 mm

Distancia del alma a los tornillos 40 mm

Axil N..... 36.53 KN Compresión P..... 14.77

Cortante V..... 24.01 KN

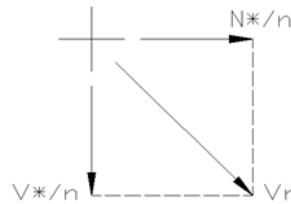
Coefficiente de mayoración de cargas... 1

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 122 de 161</p>

2.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS TORNILLOS

$$\begin{aligned} V_u &= Q / n & 6.0 & \text{KN} \\ N_u &= A / n & 9.1 & \text{KN} \\ N_{u, \text{resultante}} &= Q^2 + A^2 & 16.7 & \text{KN} \end{aligned}$$

$$\text{Cortante resultante } V_r = (N_u^2 + V_u^2)^{0.5} = 26.5 \text{ KN}$$



2.1.- Resistencia a cortante (Tornillos a cortante)

$$F_{v,Ed} = V_r = 26.5 \text{ KN}$$

52.7

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 50.2 \text{ KN}$$

OK

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma de la Viga

$$F_{t,Ed} = V_r = 26.5 \text{ KN}$$

40.7 %

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_t d t}{\gamma_{M2}} = 65.1 \text{ KN}$$

OK

2.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Cartela

$$F_{t,Ed} = V_r = 26.5 \text{ KN}$$

28.8 %

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_t d t}{\gamma_{M2}} = 91.8 \text{ KN}$$

OK

3.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DEL ALMA DE LA VIGA

3.1.- Resistencia a Desgarro por Cortante según CTE

$$L_v = (n_v - 1) \times s_v = 45 \text{ mm}$$

$$L_1 = (h - L_v) / 2 = 67.5 \text{ mm}$$

$$L_3 = (h - L_v) / 2 = 67.5 \text{ mm}$$

$$A = t \times (L_v + L_1 + L_3) = 1530 \text{ mm}^2$$

$$A_{n,1} = t \times (L_v + L_1 + L_3 - n_v \cdot d_0) = 1224 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = V^* = 24.01 \text{ KN}$$

10.9 %

$$F_{v,Rd} = \frac{f_y A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 220.8 \text{ KN}$$

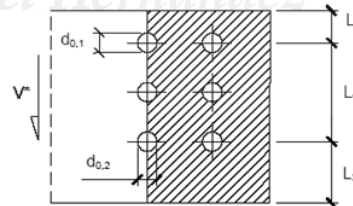
OK

$$F_{v,Ed} = V^* = 24.01 \text{ KN}$$

10.4 %

$$F_{v,Rd} = \frac{f_u A_{net}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} = 231.8 \text{ KN}$$

OK



3.2.- Resistencia a Cortante de Bloque según CTE

$$a_2 = 75 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - k d_0) (f_y / f_t) = 44.7 \text{ mm}$$

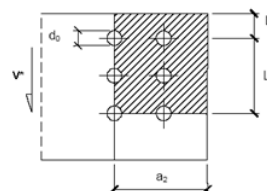
$$A_{n,1} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1336.4 \text{ mm}^2$$



$$F_{v,Ed} = 24.0 \text{ KN}$$

12.4 %

$$F_{v,Rd} = \frac{f_y A_{eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 192.9 \text{ KN}$$

OK



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 123 de 161

3.3.- Resistencia a Tensión de Bloque según CTE

$$L_1 = 30 \text{ mm}$$

$$L_k = (n_k - 1) \times s_k = 45 \text{ mm}$$

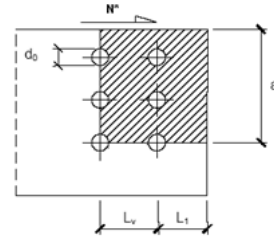
$$a_2 = 112.5 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - k d_0)(f_y / f_{t,d}) = 100.6 \text{ mm}$$

$$A_{s,r} = t \times (L_w + L_1 + L_2) = 1492.9 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = 36.5 \text{ KN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_y A_{s,r}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 215.5 \text{ KN}$$



17.0 %

OK

3.4.- Resistencia a Tensión y Cortante de Bloque combinados, según CTE

$$(F_{t,Ed} / F_{t,Rd}) + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd}) = 0.29 < 1 \quad \text{OK}$$

4.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA CARTELA

4.1.- Resistencia a cortante de la cartela

$$\text{Área resistente bruta de la cartela, } A = 1260.0 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área resistente neta de la cartela, } A_{net} = 876 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = V^* = 24.01 \text{ KN} \quad 13.2 \%$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_y A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 181.9 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

$$F_{v,Ed} = V^* = 24.01 \text{ KN} \quad 14.5 \%$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_u A_{net}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} = 165.9 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

4.2.- Resistencia a tracción de la cartela

$$\text{Área resistente bruta de la cartela, } A = 1260.0 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = N^* = 36.5 \text{ KN} \quad 13.2 \%$$

$$F_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} = 277.2 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

4.3.- Resistencia a flexión y tracción de la cartela

$$M_{Ed} = V^* \cdot e = 1500.6 \text{ KNmm} \quad 41.2 \%$$

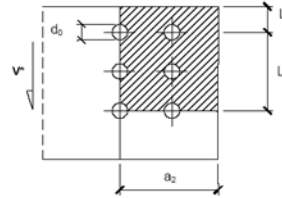
$$M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd} = 3638.3 \text{ KNmm} \quad \text{OK}$$

$$(F_{t,Ed} / F_{t,Rd}) + (M_{Ed} / M_{el,Rd}) = 0.5 < 1 \quad \text{OK}$$

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 124 de 161</p>

4.4.- Resistencia a Cortante de Bloque según CTE

$$\begin{aligned}
 L_1 &= 30 \text{ mm} \\
 L_v &= (n_v - 1) \times s_v = 45 \text{ mm} \\
 a_2 &= 75 \text{ mm} \\
 L_2 &= (a_2 - k d_b) (f_y / f_t) = 44.7 \text{ mm} \\
 A_{v,ef} &= t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1800.0 \text{ mm}^2 \\
 F_{v,Ed} &= 24.0 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{v,eff}}{\sqrt{3} \gamma_{MO}} = 259.8 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

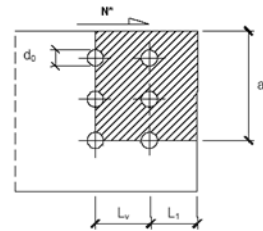


9.2 %

OK

4.5.- Resistencia a Tensión de Bloque según CTE

$$\begin{aligned}
 L_1 &= 30 \text{ mm} \\
 L_h &= (n_h - 1) \times s_h = 45 \text{ mm} \\
 a_2 &= 75 \text{ mm} \\
 L_2 &= (a_2 - k d_b) (f_y / f_t) = 44.7 \text{ mm} \\
 A_{t,ef} &= t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1436.7 \text{ mm}^2 \\
 F_{t,Ed} &= 36.5 \text{ KN} \\
 F_{t,Rd} &= \frac{f_t A_{t,eff}}{\gamma_{MO}} = 207.4 \text{ KN}
 \end{aligned}$$



17.6 %

OK

4.6.- Resistencia a Tensión y Cortante de Bloque combinados, según CTE

$$(F_{t,Ed} / F_{t,Rd}) + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd}) = 0.27 < 1 \quad \text{OK}$$

4.7.- Resistencia a Pandeo de la Cartela

$$\begin{aligned}
 \text{Momento de inercia de la cartela } I &= 15120.0 \text{ mm}^4 \\
 N_{cr} &= (\pi L_v)^2 \times E \times I = 4896557.5 \text{ N} \\
 I &= (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} = 0.27 \\
 F &= 0.55 \\
 c &= 0.97
 \end{aligned}$$

$$F_{b,Ed} = 14.8 \text{ KN} \quad 4.9 \%$$

$$F_{b,Rd} = 304.4 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

Se comprueba que la soldadura en ángulo proyectada (garganta y longitud) es capaz de resistir los esfuerzos a los que está sometida, y se obtienen los siguientes resultados:

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 125 de 161</p>

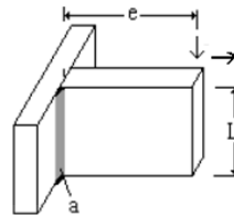
CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES A CORTANTE

DATOS

Axil, N =	<input type="text" value="36.53"/> KN
Cortante, V =	<input type="text" value="24.01"/> KN
Coefficiente mayoración cargas =	<input type="text" value="1"/>
Espesor de garganta.....	<input type="text" value="6"/> mm
Longitud de la soldadura =	<input type="text" value="105"/> mm
Distancia carga a soldadura, e =	<input type="text" value="52.5"/> mm

Tensiones causadas por el esfuerzo cortante:

$\sigma =$	40.4	N/mm ²
$\tau_n =$	40.4	N/mm ²
$\tau_t =$	19.1	N/mm ²



Tensiones causadas por el esfuerzo normal:

$\sigma =$	20.5	N/mm ²
$\tau_n =$	20.5	N/mm ²

$F_{w,Ed} = 126.2 \text{ N/mm}^2$ 31.2 %

$F_{w,Rd} (S275) = 404.7 \text{ N/mm}^2$



- Unión tipo 14 y 15: Unión de los arriostrados horizontales a las vigas transversales de la viga en celosía.

Esta unión se considera validada con el cálculo realizado previamente para la unión tipo 6.

- Unión tipo 16: Unión de los cordones superior e inferior de la viga en celosía del tramo 2 a los pilares.

Esta unión se diseña mediante un arranque soldado a los pilares y con los cordones unidos a este arranque mediante una unión con cubrejuntas, por lo que dentro de esta unión se verificará tanto la unión soldada como la unión atornillada con cubrejuntas.

La unión soldada del arranque al pilar se proyecta como una soldadura en ángulo para el alma y como una soldadura a penetración completa con preparación de bordes para las alas, por lo que solamente será necesario verificar que la garganta de la soldadura en ángulo del alma es suficiente para los esfuerzos a los que estará sometida. El alma tendrá como solicitaciones el cortante y la parte proporcional de carga axil que absorbe el alma con respecto al total del área de la sección.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 126 de 161

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES A CORTANTE

DATOS

Axil (23% total), N = 41.60 KN
 Cortante, V = 11.32 KN
 Coeficiente mayoración cargas = 1
 Espesor de garganta 5 mm
 Longitud de la soldadura = 150 mm
 Distancia carga a soldadura, e = 0 mm

Tensiones causadas por el esfuerzo cortante:

$\sigma = 0.0$ N/mm²
 $\tau_n = 0.0$ N/mm²
 $\tau_t = 7.5$ N/mm²

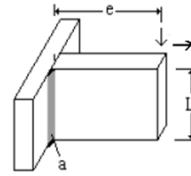
Tensiones causadas por el esfuerzo normal:

$\sigma = 19.6$ N/mm²
 $\tau_n = 19.6$ N/mm²

F_{w,Ed} = 41.3 N/mm²

10.2 %

F_{w,Rd} (S275) = 404.7 N/mm²



A continuación se calcula la unión atornillada con cubrejuntas entre el arranque soldado al pilar y la viga HEB220 con las siguientes características, cargas y dimensiones en la unión:

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.- Materiales

Tornillos calidad 10.9

M 16

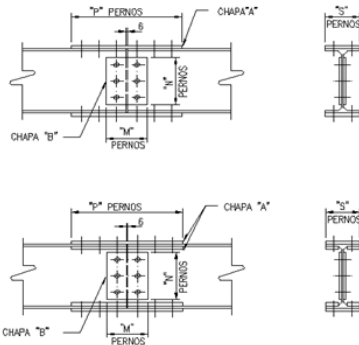
Acero Calidad S275

Tensión de fluencia $f_y = 275$ N/mm²

Superficies de contacto Tratadas con granalla o arena y posteriormente

$\mu = 0.4$

1.2.- Datos Geométricos



Número filas de tornillos en el alma, N 2

Número columnas de tornillos en el alma, M 4

Número filas de tornillos en el ala, P 6

Número columnas de tornillos en el ala, S 2

Perfil de las vigas a unir HEB 220

Con platabanda interior en las alas (Sketch 2)

1.3 Cargas mayoradas del Risa 3D

Tracción sobre la unión N 74.04 KN
 Momento en el eje fuerte M_z 20.93 KNm
 Cortante en el eje Y 12.12 KN
 Coeficiente de mayoración de cargas 1

Compresión sobre la unión P 180.87 KN
 Momento en el eje debil M_y 4.01 KNm
 Cortante en el eje Z 2.36 KN

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 127 de 161

1.4 Dimensiones de las platabandas

Espesor platabanda alma.....	8	mm		
Ancho platabanda alma.....	152	mm		
Longitud platabanda alma.....	280	mm		
Espesor platabanda exterior de alas.....	10	mm	Espesor platabanda interior de alas.....	10
Ancho platabanda exterior de alas.....	220	mm	Ancho platabanda interior de alas.....	87.25
Longitud platabanda exterior de alas.....	420	mm	Longitud platabanda interior de alas.....	420

1.5 Características de la Unión

Área de las alas.....	7040	mm ²	Gramil.....	120	mm
Área del alma.....	1786	mm ²			
Área total.....	8826	mm ²			
Momento de Inercia I _z	85,295,662	mm ⁴	Módulo resistente W _z	741,701	mm ³
Momento de Inercia I _y	32,524,654	mm ⁴	Módulo resistente W _y	295,679	mm ³
A _x	7,890	mm ²			
A _y	2,432	mm ²			
A _z	3,490	mm ²			

Se obtendrían los siguientes esfuerzos sobre el alma y las alas:



1.6 Esfuerzos en el Alma de la Viga

Esfuerzo Axil.....A _a =	36.60	KN
Esfuerzo Cortante Eje Y.....F _{vd,y} =	12.12	KN
Esfuerzo Total.....F _{v,Ed} =	48.72	KN

1.7 Esfuerzos en las Alas de la Viga

Esfuerzo Axil.....A =	72.13	KN
Esfuerzo Cortante Eje Y.....F _{vd,y} =	1.18	KN
Momento en el eje fuerte.....M _z =	95.14	KN
Momento en el eje débil.....M _y =	33.42	KN
Esfuerzo Total.....F _{v,Ed} =	201.87	KN

Y se realizarían las siguientes comprobaciones con los siguientes resultados:

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 128 de 161</p>

2.- CÁLCULO DE LOS TORNILLOS DEL ALMA DE LA VIGA

2.1.- Resistencia a Cortante

$$F_{v,Ed} = 6.1 \quad \text{KN} \quad 4.8 \%$$

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,5f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 125.6 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma de la Viga

$$F_{t,Ed} = 6.1 \quad \text{KN} \quad 8.2 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2,5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 73.9 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

2.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Platabanda

$$F_{t,Ed} = 3.0 \quad \text{KN} \quad 4.9 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2,5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 62.2 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

2.4.- Resistencia a Esfuerzo Normal de la Platabanda

$$F_{t,Ed} = 40.1 \quad \text{N / mm}^2 \quad 14.6 \%$$

$$F_{t,Rd} = 275.0 \quad \text{N / mm}^2 \quad \text{OK}$$

3.- CÁLCULO DE LOS TORNILLOS DEL ALA DE LA VIGA

3.1.- Resistencia a Cortante

$$F_{v,Ed} = 16.8 \quad \text{KN} \quad 13.4 \%$$

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,5f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 125.6 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

3.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma de la Viga

$$F_{t,Ed} = 16.8 \quad \text{KN} \quad 13.5 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2,5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 124.4 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

3.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Platabanda

$$F_{t,Ed} = 8.4 \quad \text{KN} \quad 10.8 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2,5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 77.7 \quad \text{KN} \quad \text{OK}$$

3.4.- Resistencia a Esfuerzo Normal de la Platabanda

$$F_{t,Ed} = 64.7 \quad \text{N / mm}^2 \quad 23.5 \%$$

$$F_{t,Rd} = 275.0 \quad \text{N / mm}^2 \quad \text{OK}$$

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 129 de 161</p>

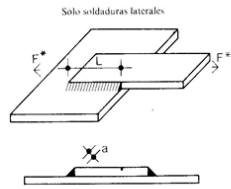
- Unión tipo 17: Unión de las diagonales atornilladas y soldadas de la viga en celosía del tramo 2.

Para las diagonales soldadas se comprueba que las soldaduras en ángulo proyectadas (garganta y longitud) son capaces de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, así como que el espesor de la cartela de unión es suficiente.

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES DE ARRIOSTRADOS

DATOS

Axil, N =	<input type="text" value="124.57"/> KN
Cortante, V =	<input type="text" value="0.00"/> KN
Coefficiente mayoración cargas =	<input type="text" value="1.00"/>
Espesor de garganta.....	<input type="text" value="7.00"/> mm
Longitud de la soldadura =	<input type="text" value="150"/> mm
Distancia carga a soldadura, e =	<input type="text" value="0"/> mm



$$\tau_w = \frac{F}{aL_w} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}}$$

Tensiones causadas por el esfuerzo normal:

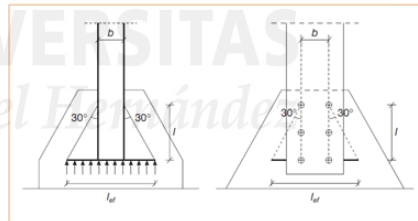
$\tau_{w,Ed} = 59.3 \text{ N/mm}^2$ 25.4 %

$\tau_{w,Rd}(S275) = 233.7 \text{ N/mm}^2$

ESPESOR DE LA CARTELA

Ancho pieza, b =	<input type="text" value="80"/> mm
$f_y =$	<input type="text" value="275"/> N/mm ²
$t =$	<input type="text" value="2.1"/> mm

$$\frac{F_{c,Ed}}{l(b+L)} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$$



En la expresión anterior es $F_{c,Ed}$ el esfuerzo transmitido a la cartela, b la anchura de la pieza en dirección normal al esfuerzo $F_{c,Ed}$, L la longitud de los cordones de soldadura, medida en la dirección del esfuerzo $F_{c,Ed}$, f_y el límite elástico del acero de la cartela y γ_{M0} el coeficiente de minoración de resistencias.

Para las diagonales atornilladas se comprueba que las uniones atornilladas proyectadas son capaces de resistir los esfuerzos a los que están sometidas.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 130 de 161

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

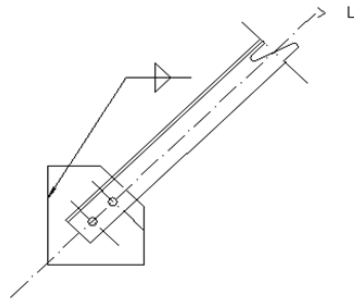
1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9 M 20

Acero Calidad..... S275 Tensión de fluencia $f_y = 275$ N/mm²

Superficies de contacto..... Tratadas con granalla o arena y posteriormente $\mu = 0.4$

1.2.- Datos Geométricos



Número de tornillos en el arriostrado: 2

Angular..... L80x80x10

Espesor de la cartela 10 mm

Dimensión horizontal de la cartela 290 mm

Dimensión vertical de la cartela 170 mm

Separación entre tornillos en el angular 55 mm

Ángulo del arriostrado con la horizontal 43°

1.3 Cargas mayoradas

Tracción sobre el angular N..... 124.57 KN Compresión sobre el angular P..... 124.57 KN

Coefficiente de mayoración de cargas..... 1

2.- CÁLCULO DE LOS TORNILLOS DEL ANGULAR

2.1.- Resistencia a cortante (Tornillos a cortante)

$$F_{v,Ed} = V_r = 31.1 \text{ KN} \quad 31.8$$

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 98.0 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma del Angular



$$F_{t,Ed} = N_2^*/n = 62.3 \text{ KN} \quad 65.1 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 95.7 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Cartela

$$F_{t,Ed} = N_2^*/n = 62.3 \text{ KN} \quad 65.1 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 95.7 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 131 de 161

3.- CÁLCULO DE CORTANTE DE BLOQUE EN EL ANGULAR

3.1.- Resistencia a Desgarro por Cortante según CTE

$$A_{\text{eff}} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1292.9 \text{ mm}^2$$

$$L_2 = (a_2 - kd_0)(f_u/f_y) = 34.3 \text{ mm}$$

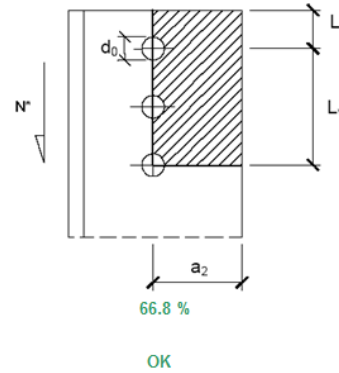
$$L_1 = 2 \times d = 40 \text{ mm}$$

$$L_v = (n-1) \times s = 55 \text{ mm}$$

$$a_2 = \text{Ancho - Gramil} = 34 \text{ mm}$$

$$F_{v,Ed} = 124.6 \text{ KN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_y A_{\text{eff}}}{\sqrt{3} \gamma_{MO}} = 186.6 \text{ KN}$$



4.- CÁLCULO A TRACCIÓN DEL ANGULAR

$$\text{Área neta del angular, } A_n = 1300 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área bruta del angular, } A = 1500 \text{ mm}^2$$

Resistencia de la sección neta:

$$F_{t,Ed} = 62.285 \text{ KN} \quad 17.4 \%$$

$$F_{v,Rd} = 357.5 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

Resistencia de la sección bruta:

$$F_{t,Ed} = 124.57 \text{ KN} \quad 30.2 \%$$

$$F_{v,Rd} = 412.5 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

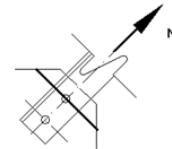
5.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA CARTELA

5.1.- Resistencia a tracción en la zona del arriostrado

$$\text{Área resistente neta de la cartela, } A_n = 1248.0 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = 124.57 \text{ KN} \quad 36.3 \%$$

$$F_{v,Rd} = 343.2 \text{ KN} \quad \text{OK}$$



5.2.- Resistencia a Pandeo de la Cartela

$$\text{Ancho de la Sección Whitmore... } B_w = 63.5 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud de la Sección Whitmore... } L = 105.8 \text{ mm}$$

$$\text{Momento de inercia de la cartela... } I = 5292.4 \text{ mm}^4$$

$$N_{cr} = (\pi/L_k)^2 \times E \times I = 980195.0 \text{ N}$$

$$\lambda = (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} = 0.69$$



$$\phi = 0.86$$

$$\chi = 0.73$$

$$F_{b,Ed} = 124.6 \text{ KN} \quad 40.1 \%$$

$$F_{b,Rd} = 310.5 \text{ KN} \quad \text{OK}$$



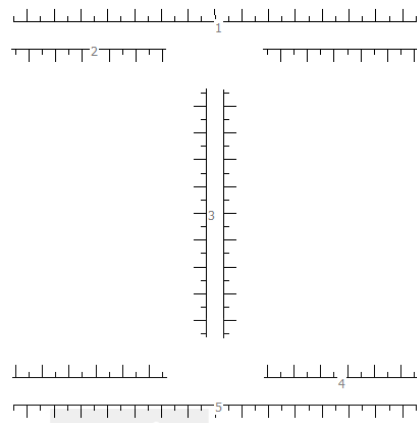
	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 132 de 161

- Unión tipo 18: Unión de los montantes de la viga en celosía del tramo 2.

Se comprueba que las soldaduras en ángulo proyectadas (garganta y longitud) para los montantes de la viga en celosía son capaces de resistir los esfuerzos a los que están sometidas.

EN 10025-2 | S 275

y [MPa]	u [MPa]	beta, W	gamma, M	f _{w,d} [MPa]
275	430	0.85	1.25	404.71



Propiedad	Valor
A [cm ²]	22.88
z _g [cm]	-9.30
I _z [cm ⁴]	516
W _{z,sup} [cm ³]	90.46
W _{z,inf} [cm ³]	90.46

Cordón	y _i [mm]	z _i [mm]	y _f [mm ²]	z _f [mm ²]	Simetría	e [mm]	alfa [°]	L [mm]	a [mm]
1	60.0	-150.0	-60.0	-150.0	No	0.0	180.00	120	4
2	-60.5	-142.0	-14.5	-142.0	Si	29.0	0.00	46	4
3	-2.5	-130.0	-2.5	-56.0	Si	5.0	90.00	74	4
4	60.5	-44.0	14.5	-44.0	Si	29.0	180.00	46	4
5	-60.0	-36.0	60.0	-36.0	No	0.0	0.00	120	4

Soldadura válida | Von Mises, Max [MPa] = 111.81 < f_u/beta, W/GammaM2 [MPa] = 404.71

	N _{sd} [kN]	M _{y,Sd} [kNm]	V _{z,Sd} [kN]
*	87.81	3.68	4.03

- Unión tipo 19: Unión de las vigas de atado intermedias y arriostrados verticales a los pilares en el tramo 2 del rack.

Se trata de la unión conjunta de la viga de atado intermedia y de los arriostrados verticales al alma a través de una cartela soldada al pilar y una unión atornillada entre la cartela y el alma de la viga y el ala de los arriostrado con sección de 1/2 HEA.

Para la unión atornillada se comprueba que la unión proyectada es capaz de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, obteniéndose los siguientes resultados.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 133 de 161

1.- DATOS

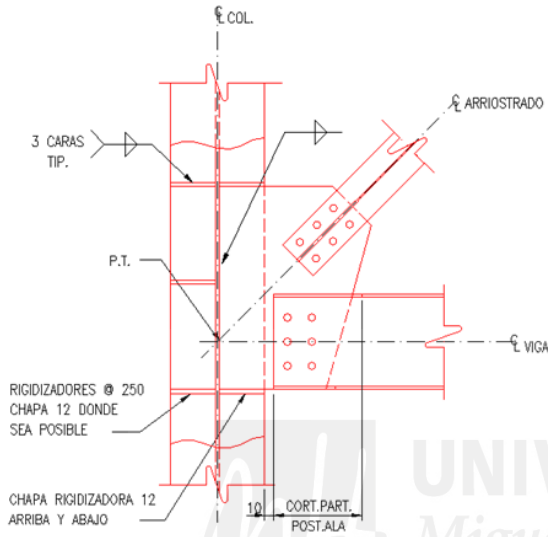
1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9

Acero Calidad..... S275

Tensión de fluencia $f_y =$ 275 N/mm²

1.2.- Datos Geométricos



dimensiones Personalizar

Perfil Soporte: HEB 180

Perfi Viga: HEA 160

Arriestrado: 12 HEA200

Número de filas de tornillos en la viga:	2
Número de columnas de tornillos en la viga:	2
Diámetro de los tornillos de la viga:	M 16
Número de tornillos en el arriestrado:	6
Diámetro de los tornillos del arriestrado:	M 16
Espesor de la cartela:	12 mm
Dimensión horizontal de la cartela:	365 mm
Dimensión vertical de la cartela:	455 mm
Separación entre tornillos en el angular:	45 mm
Separación entre tornillos en la viga:	45 mm

1.3 Cargas

Axil N_1 77.96 KN

Cortante V_1 0.87 KN

Coefficiente de mayoración de cargas..... 1

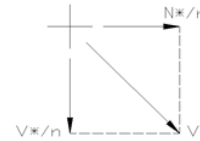
Axil sobre el arriestrado N_2 124.68 KN

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 134 de 161

2.- COMPROBACIONES

2.1.- Comprobación de los tornillos del alma de la viga

Cortante por tornillo: $V_v = V_v \cdot \gamma_n =$	0.2	KN
Axil por tornillo: $N_v = N_v \cdot \gamma_n =$	19.5	KN
Axil debido a la excentricidad: $N_v = V_v \cdot e / d \cdot 2 =$	14	KN
Cortante resultante: $V_r = (N_v^2 + V_v^2)^{0.5} =$	20.9	KN



a) Resistencia a cortante

$$F_{v,Ed} = V_v = 20.9 \text{ KN} \quad 33.3 \%$$

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 62.8 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

b) Resistencia a aplastamiento del alma de la viga

$$F_{v,Ed} = V_v = 20.9 \text{ KN} \quad 45.6 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_t d t}{\gamma_{M2}} = 45.9 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

c) Resistencia a aplastamiento de la cartela

$$F_{v,Ed} = V_v = 20.9 \text{ KN} \quad 22.8 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_t d t}{\gamma_{M2}} = 91.8 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.2.- Comprobación de los tornillos del arriostrado

a) Resistencia a cortante

$$F_{v,Ed} = N_v \cdot \gamma_n = 20.8 \text{ KN} \quad 33.1 \%$$

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 62.8 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

b) Resistencia a aplastamiento del ala del arriostrado



$$F_{v,Ed} = N_v \cdot \gamma_n = 20.8 \text{ KN} \quad 19.4 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_t d t}{\gamma_{M2}} = 107.1 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

c) Resistencia a aplastamiento de la cartela

$$F_{v,Ed} = N_v \cdot \gamma_n = 20.8 \text{ KN} \quad 22.6 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_t d t}{\gamma_{M2}} = 91.8 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 135 de 161

2.3.- Comprobación del alma de la viga

a) Resistencia al desgarro por cortante

$$L_v = (n_v - 1) \times s_v = 45 \text{ mm}$$

$$L_1 = (h - L_v) / 2 = 53.5 \text{ mm}$$

$$L_2 = (h - L_v) / 2 = 53.5 \text{ mm}$$

$$A = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 912 \text{ mm}^2$$

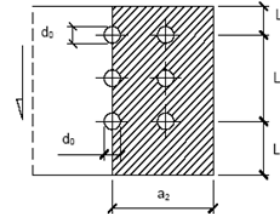
$$A_{\text{net}} = t \times (L_v + L_1 + L_2 - n_v \cdot d_0) = 696 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = V^* = 0.87 \text{ KN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_v A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 131.6 \text{ KN}$$

$$F_{v,Ed} = V^* = 0.87 \text{ KN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_v A_{\text{net}}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} = 131.8 \text{ KN}$$



0.7 %

OK

0.7 %

OK

b) Resistencia al desgarro por cortante de bloque

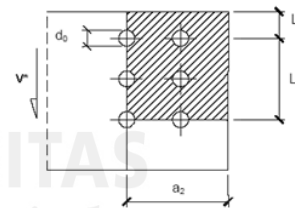
$$a_2 = 77 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - k \cdot d_0) / (f_t / f_y) = 47.7 \text{ mm}$$

$$A_{v,eff} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 877.3 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = 0.87 \text{ KN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_t A_{v,eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 126.6 \text{ KN}$$



0.7 %

OK

c) Resistencia a desgarro por tracción de bloque

$$L_1 = 32 \text{ mm}$$

$$L_v = (n_v - 1) \times s_v = 45 \text{ mm}$$

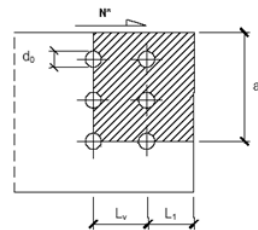
$$a_2 = 98.5 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - k \cdot d_0) / (f_t / f_y) = 79.8 \text{ mm}$$

$$A_{v,eff} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 940.6 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = 78.0 \text{ KN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_t A_{v,eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 135.8 \text{ KN}$$





57.4 %

OK

d) Resistencia a tensión y cortante de bloque combinados

$$(F_{v,Ed} / F_{v,Rd}) + (F_{t,Ed} / F_{t,Rd}) = 0.58 < 1$$

OK

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 136 de 161

2.4.- Comprobación del arriestrado

a) Resistencia al desgarro por cortante de bloque

$$A_{v,eff} = 2 \times t \times (L_v + L_1 + L_2) = 3543.3 \text{ mm}^2$$

$$L_2 = (a_2 - k \cdot d_0) / (f_y / f_t) = 55.2 \text{ mm}$$

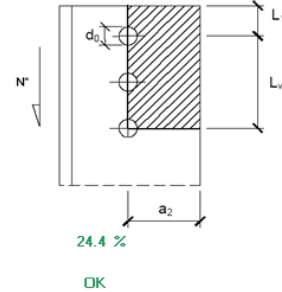
$$L_1 = 2 \times d = 32 \text{ mm}$$

$$L_v = (n-1) \times s = 90 \text{ mm}$$

$$a_2 = (\text{Ancho} - \text{Gramil}) / 2 = 46 \text{ mm}$$

$$F_{v,Ed} = 124.7 \text{ KN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_t A_{v,eff}}{\sqrt{3} \gamma_{MO}} = 511.4 \text{ KN}$$



b) Resistencia a tracción del arriestrado

$$\text{Área neta del angular, } A_n = 1680 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = 124.7 \text{ KN} \quad 31.0 \%$$

$$F_{t,Rd} = 401.7 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.5.- Comprobación de la cartela

a) Resistencia a tracción en la zona del arriestrado

$$\text{Área resistente neta de la cartela, } A_n = 3024.0 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = 124.7 \text{ KN} \quad 17.2 \%$$

$$F_{t,Rd} = 723.1 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

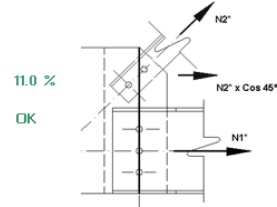


b) Resistencia a tracción de la cartela

$$\text{Área resistente neta de la cartela, } A_n = 5460.0 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = 143.5 \text{ KN} \quad 11.0 \%$$

$$F_{t,Rd} = 1305.7 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

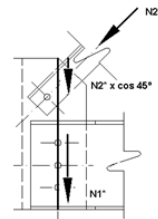




c) Resistencia a cortante

$$\text{Área resistente neta de la cartela, } A_n = 5460.0 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = 66.4 \text{ KN} \quad 8.8 \%$$

$$F_{v,Rd} = 753.8 \text{ KN} \quad \text{OK}$$



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 137 de 161

d) Resistencia al desgarro por cortante de bloque en la zona de la viga

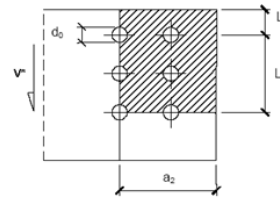
$$a_2 = 240 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - k \cdot d_0)(f_t/f_y) = 290.7 \text{ mm}$$

$$A_{v,r} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 4670.7 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = 0.9 \text{ KN}$$

$$F_{1,Rd} = \frac{f_y A_{v,eff}}{\sqrt{3} \gamma_{MO}} = 674.2 \text{ KN}$$



0.1 %
OK

e) Resistencia al desgarro por tensión de bloque en la zona de la viga

$$L_1 = 195 \text{ mm}$$

$$L_n = (n_b - 1) \times s_b = 45 \text{ mm}$$

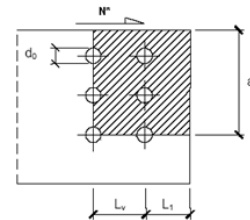
$$a_2 = 98.5 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - k \cdot d_0)(f_t/f_y) = 79.8 \text{ mm}$$

$$A_{v,r} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 3837.2 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = 78.0 \text{ KN}$$

$$F_{1,Rd} = \frac{f_y A_{v,eff}}{\sqrt{3} \gamma_{MO}} = 553.8 \text{ KN}$$



14.1 %
OK

f) Resistencia a tensión y cortante de bloque combinados en la zona de la viga

$$(F_{t,Ed}/F_{t,Rd}) + (F_{v,Ed}/F_{v,Rd}) = 0.14 < 1$$

OK

g) Resistencia al desgarro por cortante de bloque en la zona del arriostrado

$$A_{v,r} = t \times (2 \times L_v + 2 \times L_1 + L_2) = 4520.3 \text{ mm}^2$$

$$L_2 = (a_2 - k \cdot d_0)(f_t/f_y) = 132.7 \text{ mm}$$

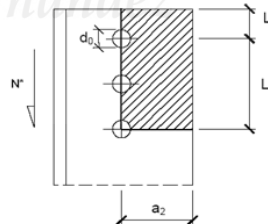
$$L_1 = 2 \times d = 32 \text{ mm}$$

$$L_v = (n-1) \times s = 90 \text{ mm}$$

$$a_2 = 98 \text{ mm}$$

$$F_{v,Ed} = 124.7 \text{ KN}$$

$$F_{1,Rd} = \frac{f_y A_{v,eff}}{\sqrt{3} \gamma_{MO}} = 652.4 \text{ KN}$$



19.1 %
OK

h) Resistencia a pandeo

$$\text{Ancho de la Sección Whitmore.....} B_w = 2019 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud de la Sección Whitmore.....} L = 284.2 \text{ mm}$$

$$\text{Momento de inercia de la cartela.....} I = 29076.9 \text{ mm}^4$$

$$N_{cr} = (\pi L)^2 \times E \times I = 518195.5 \text{ N}$$

$$l = (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} = 1.13$$

$$F = 1.37$$

$$c = 0.47$$

$$F_{v,Ed} = 124.7 \text{ KN} \quad 44.1 \%$$

$$F_{b,Rd} = 282.6 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

- Unión tipo 20: Unión de los arriostrados verticales a las vigas de atado.

Se trata de la unión de los arriostrados verticales al ala inferior de las vigas de atado a través de una cartela y una unión atornillada entre la cartela y el ala de los arriostrado con sección de 1/2 HEA.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 138 de 161

Para la unión atornillada se comprueba que la unión proyectada es capaz de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, obteniéndose los siguientes resultados.

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9 M 16
 Acero Calidad..... S275 Tensión de fluencia $f_y = 275$ N/mm²
 Superficies de contacto..... Tratadas con granalla o arena y posteriormente $\mu = 0.4$

1.2.- Datos Geométricos

Número de filas de tornillos: 3
 Arriostrado..... T2 HEA200
 Espesor de la cartela 12 mm
 Dimensión horizontal de la cartela 305 mm
 Dimensión vertical de la cartela 343 mm
 Separación entre filas de tornillos 45 mm
 Ángulo del arriostrado con la horizontal 50°

1.3 Cargas mayoradas

Tracción sobre el arriostrado N..... 122.38 KN Compresión sobre el arriostrado P..... 124.68 KN
 Coeficiente de mayoración de cargas..... 1

2.- CÁLCULO DE LOS TORNILLOS EN EL ARRIOSTRADO

2.1.- Resistencia a cortante (Tornillos a cortante)

$$F_{v,Ed} = V_r = 20.4 \text{ KN} \quad 32.5$$

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 62.8 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma del Arriostrado

$$F_{t,Ed} = N_2^*/n = 20.4 \text{ KN} \quad 26.7 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u dt}{\gamma_{M2}} = 76.5 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Cartela

$$F_{t,Ed} = N_2^*/n = 20.4 \text{ KN} \quad 22.2 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u dt}{\gamma_{M2}} = 91.8 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 139 de 161</p>

3.- CÁLCULO DE CORTANTE DE BLOQUE EN EL ARRIOSTRADO

3.1.- Resistencia a Desgarro por Cortante del arriostrado

$$A_{eff} = 2 \times t \times (L_v + L_1 + L_2) = 3692.4 \text{ mm}^2$$

$$L_2 = (a_2 - kd_0)(f_u/f_y) = 62.6 \text{ mm}$$

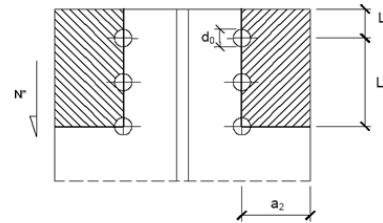
$$L_1 = 2 \times d = 32 \text{ mm}$$

$$L_v = (n-1) \times s = 90 \text{ mm}$$

$$a_2 = (\text{Ancho} - \text{Gramil}) / 2 = 51 \text{ mm}$$

$$F_{v,Ed} = 122.4 \text{ KN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_y A_{eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 532.9 \text{ KN}$$



23.0 %

OK

3.2.- Resistencia a Desgarro por Cortante de la cartela

$$A_{eff} = t \times (2xL_v + 2xL_1 + L_2) = 4520.3 \text{ mm}^2$$

$$L_2 = (a_2 - kd_0)(f_u/f_y) = 132.7 \text{ mm}$$

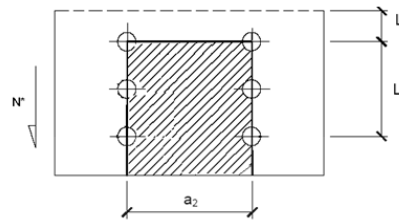
$$L_1 = 2 \times d = 32 \text{ mm}$$

$$L_v = (n-1) \times s = 90 \text{ mm}$$

$$a_2 = \text{Gramil} = 98 \text{ mm}$$

$$F_{v,Ed} = 122.4 \text{ KN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_y A_{eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 652.4 \text{ KN}$$



18.8 %

OK

4.- CÁLCULO A TRACCIÓN DEL ARRIOSTRADO

$$\text{Área neta del arriostrado, } A_n = 2232.5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área neta del arriostrado, } A_n = 2552.5 \text{ mm}^2$$

Resistencia de la sección neta:

$$F_{t,Ed} = 40.79333333 \text{ KN} \quad 6.6 \%$$

$$F_{v,Rd} = 613.9375 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

Resistencia de la sección bruta:

$$F_{t,Ed} = 122.38 \text{ KN} \quad 17.4 \%$$

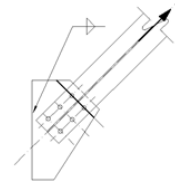
$$F_{v,Rd} = 701.9375 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 140 de 161

5.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA CARTELA

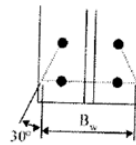
5.1.- Resistencia a tracción en la zona del arriostrado

Área resistente neta de la cartela, $A_n =$	2556.9 mm ²	
$F_{t,Ed} =$	122.38 KN	17.4 %
$F_{v,Rd} =$	703.2 KN	OK



5.2.- Resistencia a Pandeo de la Cartela

Ancho de la Sección Whitmore... $B_w =$	200.0 mm	
Longitud de la Sección Whitmore... $L =$	143.7 mm	
Momento de inercia de la cartela... $I =$	28800.0 mm ⁴	
$N_{cr} = (\pi/L_k)^2 \times E \times I =$	2890815.0 N	
$\lambda = (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} =$	0.63	
$\phi =$	0.80	
$\chi =$	0.77	
$F_{b,Ed} =$	124.7 KN	15.7 %
$F_{b,Rd} =$	792.4 KN	OK



- Unión tipo 21: Unión de los arriostrados verticales a la parte inferior de los pilares.

Esta unión se considera validada con el cálculo realizado previamente para la unión tipo 20.

- Unión tipo 22: Unión de la viga superior de los pórticos a los pilares.

La unión soldada de la viga al pilar se proyecta como una soldadura en ángulo para el alma y como una soldadura a penetración completa con preparación de bordes para las alas, por lo que solamente será necesario verificar que la garganta de la soldadura en ángulo del alma es suficiente para los esfuerzos a los que estará sometida. El alma tendrá como solicitaciones el cortante y la parte proporcional de carga axial que absorbe el alma con respecto al total del área de la sección.

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES A CORTANTE

DATOS

Axil (23% total), $N =$	<input type="text" value="2.95"/> KN
Cortante, $V =$	<input type="text" value="55.56"/> KN
Coefficiente mayoración cargas =	<input type="text" value="1"/>
Espesor de garganta	<input type="text" value="4"/> mm
Longitud de la soldadura =	<input type="text" value="120"/> mm
Distancia carga a soldadura, $e =$	<input type="text" value="0"/> mm

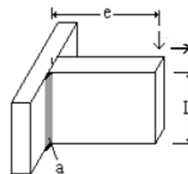
Tensiones causadas por el esfuerzo cortante:

$\sigma =$	0.0	N/mm ²
$\tau_n =$	0.0	N/mm ²
$\tau_t =$	57.9	N/mm ²

Tensiones causadas por el esfuerzo normal:

$\sigma =$	2.2	N/mm ²
$\tau_n =$	2.2	N/mm ²

$F_{w,Ed} =$	100.3 N/mm ²	24.8 %
$F_{w,Rd} (S275) =$	404.7 N/mm ²	



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 141 de 161

- Unión tipo 23: Unión de la viga inferior de los pórticos a los pilares.

La unión soldada de la viga al pilar se proyecta como una soldadura en ángulo para el alma y como una soldadura a penetración completa con preparación de bordes para las alas, por lo que solamente será necesario verificar que la garganta de la soldadura en ángulo del alma es suficiente para los esfuerzos a los que estará sometida. El alma tendrá como solicitaciones el cortante y la parte proporcional de carga axial que absorbe el alma con respecto al total del área de la sección.

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES A CORTANTE

DATOS

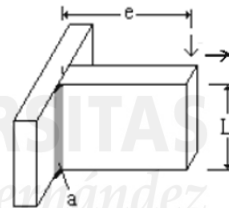
Axil (26% total), N = 2.68 KN
Cortante, V = 20.74 KN
Coeficiente mayoración cargas = 1
Espesor de garganta..... 3 mm
Longitud de la soldadura = 100 mm
Distancia carga a soldadura, e = 0 mm

Tensiones causadas por el esfuerzo cortante:

$\sigma = 0.0$ N/mm²
 $\tau_n = 0.0$ N/mm²
 $\tau_t = 34.6$ N/mm²

Tensiones causadas por el esfuerzo normal:

$\sigma = 3.2$ N/mm²
 $\tau_n = 3.2$ N/mm²





$F_{w,Ed} = 60.2$ N/mm²

14.9 %

$F_{w,Rd (S275)} = 404.7$ N/mm²

- Unión tipo 24: Unión de las diagonales del arriostrado del cordón inferior de la viga en celosía del tramo 2.

Para las diagonales atornilladas se comprueba que las uniones atornilladas proyectadas son capaces de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, así como que el espesor de la cartela de unión es suficiente.

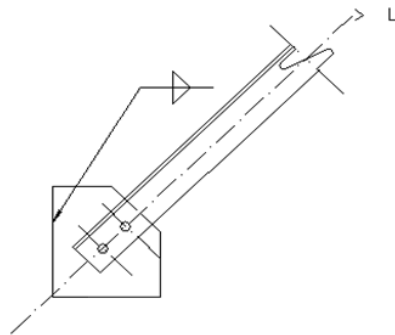
	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 142 de 161

1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9 M 20
 Acero Calidad..... S275 Tensión de fluencia $f_y = 275$ N/mm²
 Superficies de contacto..... Tratadas con granalla o arena y posteriormente $\mu = 0.4$

1.2.- Datos Geométricos



Número de tornillos en el arriostrado: 2
 Angular..... L80x80x10
 Espesor de la cartela 12 mm
 Dimensión horizontal de la cartela 175 mm
 Dimensión vertical de la cartela 375 mm
 Separación entre tornillos en el angular 55 mm
 Ángulo del arriostrado con la horizontal 36°

1.3 Cargas mayoradas

Tensión sobre el angular N..... 36.93 KN Compresión sobre el angular P..... 36.93 KN
 Coeficiente de mayoración de cargas..... 1

2.- CÁLCULO DE LOS TORNILLOS DEL ANGULAR

2.1.- Resistencia a cortante (Tornillos a cortante)

$$F_{v,Ed} = V_r = 9.2 \text{ KN} \quad 9.4$$

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 98.0 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma del Angular

$$F_{t,Ed} = N_2 \cdot n = 18.5 \text{ KN} \quad 19.3 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 95.7 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

2.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Cartela

$$F_{t,Ed} = N_2 \cdot n = 18.5 \text{ KN} \quad 16.1 \%$$

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 114.8 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 143 de 161</p>

3.- CÁLCULO DE CORTANTE DE BLOQUE EN EL ANGULAR

3.1.- Resistencia a Desgarro por Cortante según CTE

$$A_{eff} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1292.9 \text{ mm}^2$$

$$L_2 = (a_2 - kd_0)(f_u/f_y) = 34.3 \text{ mm}$$

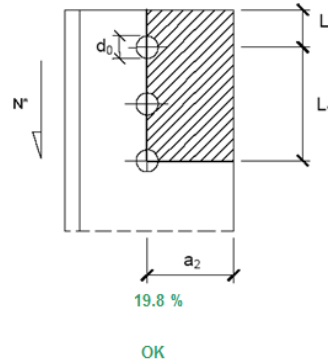
$$L_1 = 2 \times d = 40 \text{ mm}$$

$$L_v = (n-1) \times s = 55 \text{ mm}$$

$$a_2 = \text{Ancho} - \text{Gramil} = 34 \text{ mm}$$

$$F_{v,Ed} = 36.9 \text{ KN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_y A_{eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 186.6 \text{ KN}$$



4.- CÁLCULO A TRACCIÓN DEL ANGULAR

$$\text{Área neta del angular, } A_n = 1300 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área bruta del angular, } A = 1500 \text{ mm}^2$$

Resistencia de la sección neta:

$$F_{t,Ed} = 18.465 \text{ KN} \quad 5.2 \%$$

$$F_{v,Rd} = 357.5 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

Resistencia de la sección bruta:

$$F_{t,Ed} = 36.93 \text{ KN} \quad 9.0 \%$$

$$F_{v,Rd} = 412.5 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

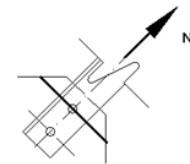
5.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA CARTELA

5.1.- Resistencia a tracción en la zona del arriostrado

$$\text{Área resistente neta de la cartela, } A_n = 1156.5 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = 36.93 \text{ KN} \quad 11.6 \%$$

$$F_{v,Rd} = 318.0 \text{ KN} \quad \text{OK}$$



5.2.- Resistencia a Pandeo de la Cartela

$$\text{Ancho de la Sección Whitmore... } B_w = 63.5 \text{ mm}$$

$$\text{Longitud de la Sección Whitmore... } L = 89.4 \text{ mm}$$

$$\text{Momento de inercia de la cartela... } I = 9145.2 \text{ mm}^4$$

$$N_{cr} = (\pi/L_k)^2 \times E \times I = 2370321.7 \text{ N}$$

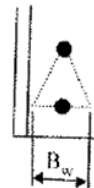
$$\lambda = (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} = 0.72$$

$$\phi = 0.89$$

$$\chi = 0.71$$

$$F_{b,Ed} = 36.9 \text{ KN} \quad 4.6 \%$$

$$F_{b,Rd} = 799.5 \text{ KN} \quad \text{OK}$$



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 144 de 161

- Unión tipo 25: Unión de las vigas transversales de la viga en celosía a los cordones de la viga en celosía del tramo 2.

Se trata de una unión de la viga al alma del cordón de la viga en celosía a través de una cartela soldada y una unión atornillada entre la cartela y el alma de la viga.

Para la unión atornillada se comprueba que la unión proyectada es capaz de resistir los esfuerzos a los que están sometidas, obteniéndose los siguientes resultados.

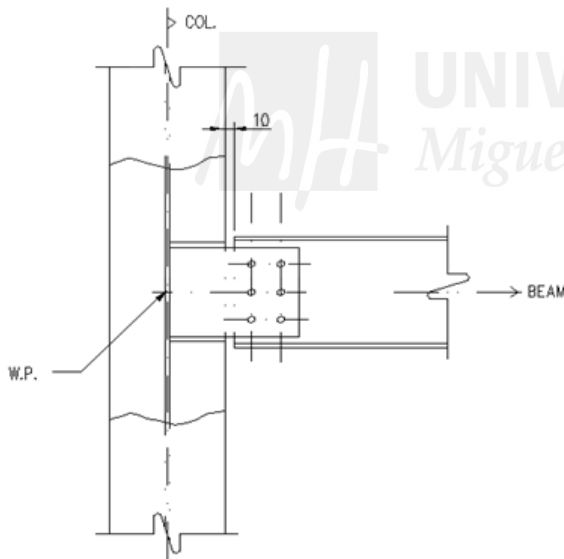
1- CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1.- Materiales

Tornillos calidad..... 10.9 5 **M** 20
 Acero Calidad..... S275 2 **Tensión de fluencia f_y =** 275 N/mm²
 Superficies de contacto..... Tratadas con granalla o arena y posteriormente **m=** 0.4



1.2.- Datos Geométricos

Número de filas de tornillos n_v 2 Número de columnas de tornillos n_h 2
 Perfil Soporte... HEB 220
 Perfil Viga..... HEB 220



Espesor de la cartela 12 mm
 Dimensión horizontal de la cartela 135 mm
 Dimensión vertical de la cartela 125 mm
 Separación vertical entre tornillos s_v 55 mm
 Separación horizontal entre tornillos s_h 45 mm
 Distancia del alma a los tornillos 45 mm

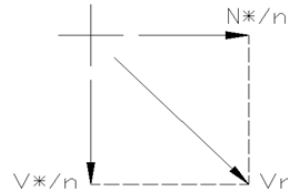
Axil N..... 38.83 KN Compresión P..... 18.81
 Cortante V..... 27.94 KN
 Coeficiente de mayoración de cargas... 1

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 145 de 161</p>

2.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LOS TORNILLOS

$$\begin{aligned}
 V_u &= Q / n && 7.0 && \text{KN} \\
 N_u &= A / n && 9.7 && \text{KN} \\
 N_u \text{ momento} &= Q^2/e/d^2 && 17.1 && \text{KN}
 \end{aligned}$$

Cortante resultante $V_r = (N_u^2 + V_u^2)^{0.5} = 27.8 \text{ KN}$



2.1.- Resistencia a cortante (Tornillos a cortante)

$$\begin{aligned}
 F_{v,Ed} &= V_r = 27.8 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= n \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 78.4 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

35.4
OK

2.2.- Resistencia a Aplastamiento del Alma de la Viga

$$\begin{aligned}
 F_{t,Ed} &= V_r = 27.8 \text{ KN} \\
 F_{t,Rd} &= \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 90.9 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

30.5 %
OK

2.3.- Resistencia a Aplastamiento de la Cartela

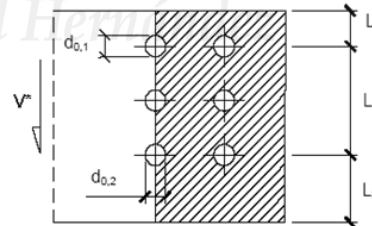
$$\begin{aligned}
 F_{t,Ed} &= V_r = 27.8 \text{ KN} \\
 F_{t,Rd} &= \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} = 114.8 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

24.2 %
OK

3.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DEL ALMA DE LA VIGA

3.1.- Resistencia a Desgarro por Cortante según CTE

$$\begin{aligned}
 L_v &= (n_v - 1) \times s_v = 55 \text{ mm} \\
 L_1 &= (h - L_v) / 2 = 82.5 \text{ mm} \\
 L_3 &= (h - L_v) / 2 = 82.5 \text{ mm} \\
 A &= t \times (L_v + L_1 + L_3) = 2090 \text{ mm}^2 \\
 A_{n,n} &= t \times (L_v + L_1 + L_3 - n_v \cdot d_0) = 1672 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

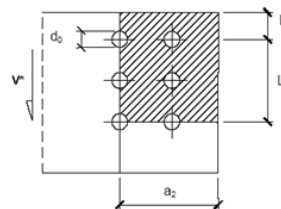


$$\begin{aligned}
 F_{v,Ed} &= V^* = 27.94 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= \frac{f_y A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 301.7 \text{ KN} \\
 F_{v,Ed} &= V^* = 27.94 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= \frac{f_u A_{net}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} = 316.6 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

9.3 %
OK
8.8 %
OK

3.2.- Resistencia a Cortante de Bloque según CTE

$$\begin{aligned}
 a_2 &= 90 \text{ mm} \\
 L_2 &= (a_2 - k d_0) (f_y / f_u) = 52.2 \text{ mm} \\
 A_{b,b} &= t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1802.0 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$



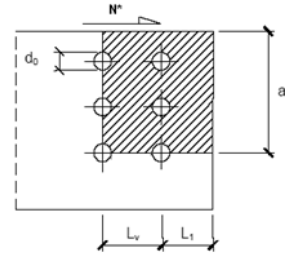
$$\begin{aligned}
 F_{v,Ed} &= 27.9 \text{ KN} \\
 F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 260.1 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

10.7 %
OK

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 146 de 161</p>

3.3.- Resistencia a Tensión de Bloque según CTE

$$\begin{aligned}
 L_1 &= 45 \quad \text{mm} \\
 L_k &= (n_k - 1) \times s_k = 45 \quad \text{mm} \\
 a_2 &= 137.5 \quad \text{mm} \\
 L_2 &= (a_2 - k \cdot d_0)(f/f_k) = 123.0 \quad \text{mm} \\
 A_{s,r} &= t \times (L_v + L_1 + L_2) = 2023.5 \quad \text{mm}^2 \\
 F_{t,Ed} &= 38.9 \quad \text{KN} \\
 F_{t,Rd} &= \frac{f_y A_{eff}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 292.1 \quad \text{KN}
 \end{aligned}$$



13.3 %

OK

3.4.- Resistencia a Tensión y Cortante de Bloque combinados, según CTE

$$(F_{t,Ed} / F_{t,Rd}) + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd}) = 0.24 < 1 \quad \text{OK}$$

4.- CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA CARTELA

4.1.- Resistencia a cortante de la cartela

$$\begin{aligned}
 \text{Área resistente bruta de la cartela, } A &= 1500.0 \quad \text{mm}^2 \\
 \text{Área resistente neta de la cartela, } A_{n,net} &= 1020 \quad \text{mm}^2 \\
 F_{v,Ed} = V^* &= 27.94 \quad \text{KN} \quad 12.9 \% \\
 F_{v,Rd} &= \frac{f_y A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 216.5 \quad \text{KN} \quad \text{OK} \\
 F_{v,Ed} = V^* &= 27.94 \quad \text{KN} \quad 14.5 \% \\
 F_{v,Rd} &= \frac{f_u A_{net}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} = 193.2 \quad \text{KN} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

4.2.- Resistencia a tracción de la cartela

$$\begin{aligned}
 \text{Área resistente bruta de la cartela, } A &= 1500.0 \quad \text{mm}^2 \\
 F_{t,Ed} = N^* &= 38.9 \quad \text{KN} \quad 11.8 \% \\
 F_{t,Rd} &= A \cdot f_{yd} = 330.0 \quad \text{KN} \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

4.3.- Resistencia a flexión y tracción de la cartela

$$\begin{aligned}
 M_{Ed} = V^* \cdot e &= 1886.0 \quad \text{KNmm} \quad 36.6 \% \\
 M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yd} &= 5156.3 \quad \text{KNmm} \quad \text{OK} \\
 (F_{t,Ed} / F_{t,Rd}) + (M_{Ed} / M_{el,Rd}) &= 0.5 < 1 \quad \text{OK}
 \end{aligned}$$

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 147 de 161</p>

4.4.- Resistencia a Cortante de Bloque según CTE

$$L_1 = 35 \text{ mm}$$

$$L_v = (n_v - 1) \times s_v = 55 \text{ mm}$$

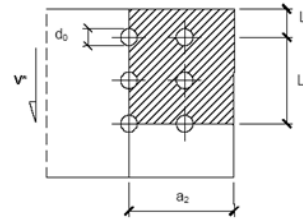
$$a_2 = 90 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - k d_0) (f_y / f_t) = 52.2 \text{ mm}$$

$$A_{s,r} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 2160.0 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Ed} = 27.9 \text{ KN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{f_y A_{s,r}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 311.8 \text{ KN}$$



9.0 %

OK

4.5.- Resistencia a Tensión de Bloque según CTE

$$L_1 = 45 \text{ mm}$$

$$L_h = (n_h - 1) \times s_h = 45 \text{ mm}$$

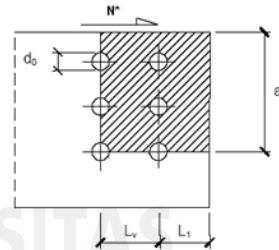
$$a_2 = 90 \text{ mm}$$

$$L_2 = (a_2 - k d_0) (f_y / f_t) = 52.2 \text{ mm}$$

$$A_{s,r} = t \times (L_v + L_1 + L_2) = 1706.2 \text{ mm}^2$$

$$F_{t,Ed} = 38.9 \text{ KN}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{f_y A_{s,r}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 246.3 \text{ KN}$$



15.8 %

OK

4.6.- Resistencia a Tensión y Cortante de Bloque combinados, según CTE

$$(F_{t,Ed} / F_{t,Rd}) + (F_{v,Ed} / F_{v,Rd}) = 0.25 < 1 \quad \text{OK}$$

4.7.- Resistencia a Pandeo de la Cartela

Momento de inercia de la cartela.....I = 18000.0 mm⁴

$$N_{cr} = (\pi L_e)^2 \times E \times I = 4605815.4 \text{ N}$$

$$l = (A \times f_y / N_{cr})^{0.5} = 0.30$$

$$F = 0.57$$

$$c = 0.95$$

$$F_{b,Ed} = 18.8 \text{ KN} \quad 5.3 \%$$

$$F_{b,Rd} = 356.1 \text{ KN} \quad \text{OK}$$

Se comprueba que la soldadura en ángulo proyectada (garganta y longitud) es capaz de resistir los esfuerzos a los que está sometida, y se obtienen los siguientes resultados:

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 148 de 161</p>

CÁLCULO DE RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN UNIONES A CORTANTE

DATOS

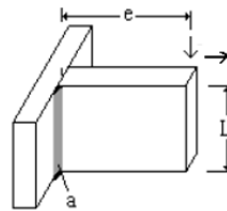
Axil, N =	38.89	KN
Cortante, V =	27.94	KN
Coefficiente mayoración cargas =	1	
Espesor de garganta.....	6	mm
Longitud de la soldadura =	125	mm
Distancia carga a soldadura, e =	62.5	mm

Tensiones causadas por el esfuerzo cortante:

$$\begin{aligned} \sigma &= 39.5 && \text{N/mm}^2 \\ \tau_n &= 39.5 && \text{N/mm}^2 \\ \tau_t &= 18.6 && \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$

Tensiones causadas por el esfuerzo normal:

$$\begin{aligned} \sigma &= 18.3 && \text{N/mm}^2 \\ \tau_n &= 18.3 && \text{N/mm}^2 \end{aligned}$$





$$F_{w,Ed} = 120.1 \text{ N/mm}^2$$

29.7 %

$$F_{w,Rd} (S275) = 404.7 \text{ N/mm}^2$$

- Unión tipo 26 y 27: Unión de los arriostrados horizontales a las vigas transversales de la viga en celosía.

Esta unión se considera validada con el cálculo previamente realizado para la unión tipo 20.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 149 de 161</p>

10. CALCULO CIMENTACIONES

10.1. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE APOYO

Según la información geotécnica que se ha facilitado para la redacción de este proyecto estructural se van a adoptar los siguientes datos que se han empleado en el cálculo de las cimentaciones:

- Terreno: Granito meteorizado Grado V (SC-SM).
- Peso unitario terreno: 17 kN/m³
- Cohesión del terreno: 4 kN/m²
- Ángulo de fricción del terreno: 38°
- Coeficiente de Poisson: 0,30.
- Cota de desplante de las cimentaciones: fondo de cimentación entre 1,50 m y 2,00 m bajo rasante de terreno.
- No está previsto el uso de cimentaciones profundas.
- Nivel freático a 3 m de profundidad.
- Tensión admisible del terreno: 200 kN/m².

10.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS CIMENTACIONES

En nuestro caso concreto se disponen de las siguientes dimensiones en planta para las diferentes zapatas del proyecto:

- Zapata tipo 1: 3,00 m x 2,00 m
- Zapata tipo 2: 2,00 m x 2,00 m
- Zapata tipo 3: 3,00 m x 3,00 m



Para evaluar la comprobación a deslizamiento de las zapatas se obtendrá el coeficiente de fricción suelo-cimentación según lo indicado por el CTE-DB-SE-C en el punto 4 del apartado 4.2.3.1:

- 4 Para la verificación del estado límite último de deslizamiento a lo largo de superficies de contacto terreno-cimiento, será necesario establecer la resistencia al corte de dicho contacto. Si, el modelo empleado para el terreno es un modelo de rotura del tipo Mohr-Coulomb ($\tau = a' + \sigma' \cdot \text{tg } \delta'$), como valores para cimentaciones convencionales de hormigón armado ejecutadas sobre suelo se pueden adoptar para la adherencia (a') (componente cohesiva) y el ángulo de rozamiento terreno-cimiento (δ') (componente friccional), los siguientes valores:
- a) en términos de tensiones efectivas y para un terreno de resistencia al corte definida por parámetros efectivos (c' , ϕ'): $a' = 0$; $\delta' = 3/4\phi'$;
 - b) en términos de tensiones totales para situaciones transitorias en las que el proyectista considere necesario emplear cálculos en condiciones sin drenaje: $\delta' = 0$; $a' = c_u$.

Obteniéndose el siguiente valor del coeficiente de fricción $\rightarrow \mu = \text{tg} (3/4 \times 38^\circ) = 0,54$.

Con estas premisas se diseñan las siguientes zapatas:

- Zapatas tipo 1: rectangular de 3,00 m x 2,00 m x 0,60 m con un pedestal centrado de dimensiones 700 mm x 700 mm y una altura de 800 mm.
- Zapatas tipo 2: cuadrada de 2,00 m x 2,00 m x 0,60 m con un pedestal centrado de dimensiones 520 mm x 520 mm y una altura de 800 mm.
- Zapatas tipo 3: cuadrada de 3,00 m x 3,00 m x 0,60 m con un pedestal centrado de dimensiones 520 mm x 520 mm y una altura de 800 mm.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 150 de 161</p>

Tanto las zapatas como los pedestales se han diseñado con barras de diámetro 16 mm, y cumpliendo con lo indicado en la EHE-08 sobre cuantías de acero mínimas con respecto a la sección de hormigón, en las que el armado de las cimentaciones no podrá tener nunca un armado inferior al siguiente, independientemente del que salga por cálculo:

- Zapatas canto 600 mm: $1000 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} \times 0,9\% = 540 \text{ mm}^2$ ($\Phi 16/300 \text{ mm}$)
- Pedestales: $700 \text{ mm} \times 700 \text{ mm} \times 4\% = 1960 \text{ mm}^2$ ($10 \Phi 16$)
- Pedestales: $520 \text{ mm} \times 520 \text{ mm} \times 4\% = 1081,60 \text{ mm}^2$ ($6 \Phi 16$)

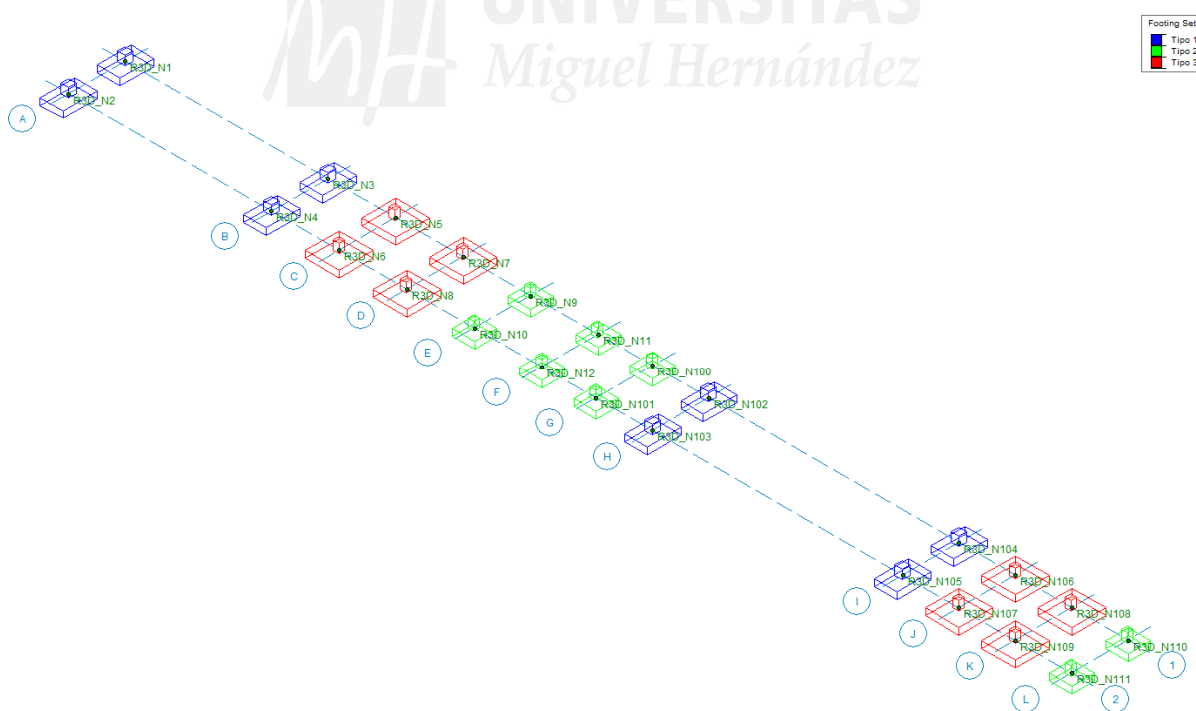
Para tener en cuenta el peso de la tierra que tendrán las zapatas sobre su cara superior debido a los rellenos compactados se introducirá sobre las mismas, teniendo en cuenta que sobre todas las zapatas habrá un relleno de espesor mínimo de 600 mm, una carga distribuida de:

- Carga sobre las zapatas: $17 \text{ KN/m}^3 \times 0,60 \text{ m} = 10,20 \text{ KN/m}^2$

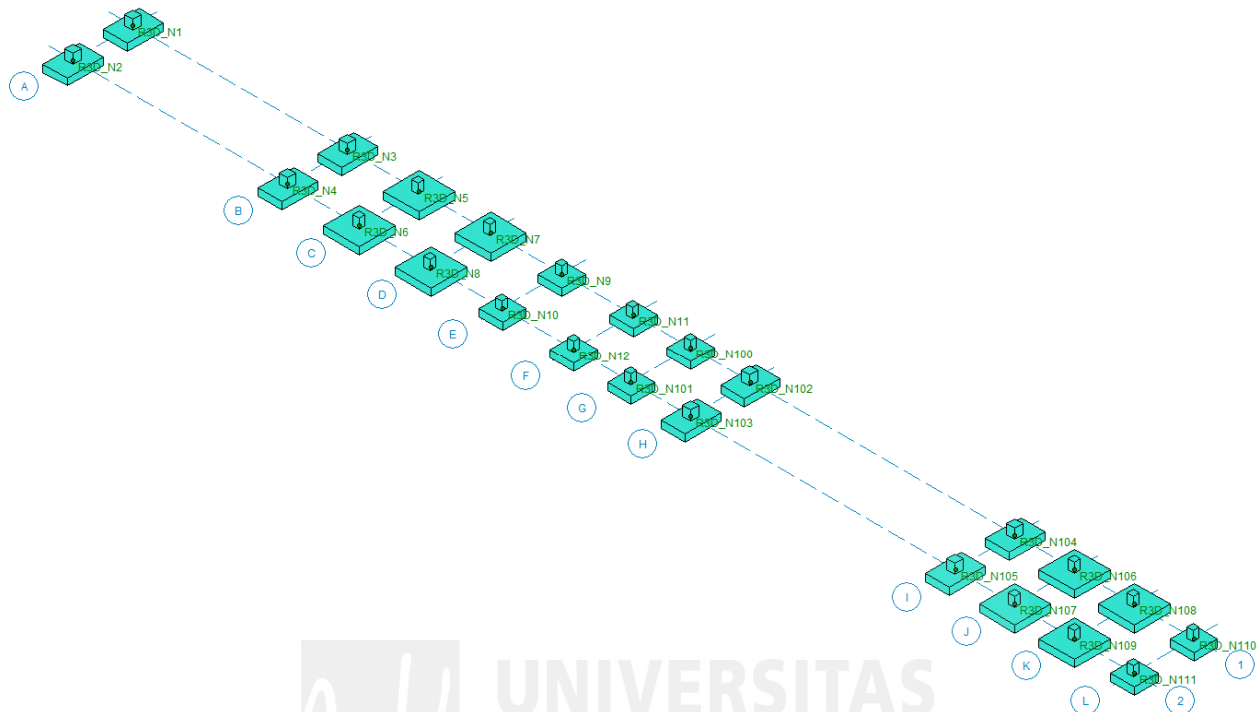
10.3. ACCIONES SOBRE LAS CIMENTACIONES

Las acciones consideradas para el cálculo de las cimentaciones son las provenientes de la estructura metálica y que se encuentran descritas en los apartados 4 y 7 de este documento.

Se destaca que el modelo de cálculo generado para la estructura metálica del rack integra el cálculo de la cimentación, es decir, el software empleado traslada automáticamente las reacciones obtenidas del cálculo de la estructura al cálculo de las cimentaciones, manteniéndose la numeración de nudos y que se exponen en la siguiente imagen:



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 151 de 161</p>



10.4. COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y COMBINACIONES

Se aplicarán los coeficientes parciales de seguridad y combinaciones previstas en el DB-SE del Código Técnico de la Edificación y que ya se han indicado en el apartado 5 de este documento.



10.5. BASES DE CÁLCULO

Para justificar la seguridad de la estructura objeto de este documento y su aptitud en servicio, se utilizará el método de los Estados Límite, tomando en consideración particularmente lo establecido en el DB-SE-C del Código Técnico de la Edificación.

10.6. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El cálculo de la estructura se ha realizado empleando el software RISA FOUNDATION en su versión 11.02 y que viene integrado en el software RISA 3D de cálculo de la superestructura, integrándose por lo tanto en el modelo completo generado para el cálculo de la estructura metálica, garantizando de esta forma la continuidad de cálculos entre ambos elementos estructurales. Este programa permite el cálculo de cimentaciones de tipo zapata o encepado y de losas de cimentación mediante la discretización de la losa en elementos finitos tipo placa apoyados sobre un terreno elástico, caracterizado por su módulo de balasto.

Para conectar los pilares metálicos con las cimentaciones se han previsto los correspondientes pedestales, agrupándose todas ellas en dos, por su tamaño, buscando reducir el número de tipologías en obra. Estos elementos también son dimensionados y chequeados por el software de cálculo de las cimentaciones conjuntamente con las zapatas o encepados.

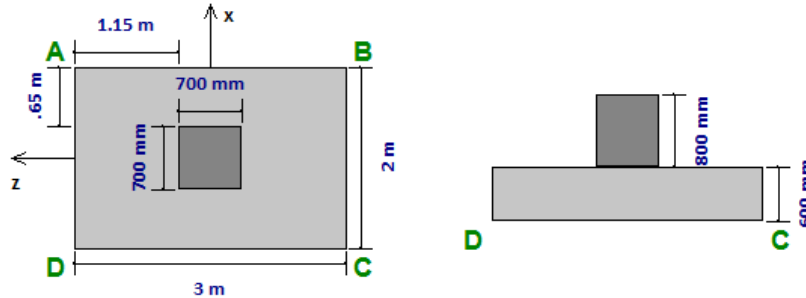
	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 152 de 161</p>

10.7. RESULTADOS OBTENIDOS

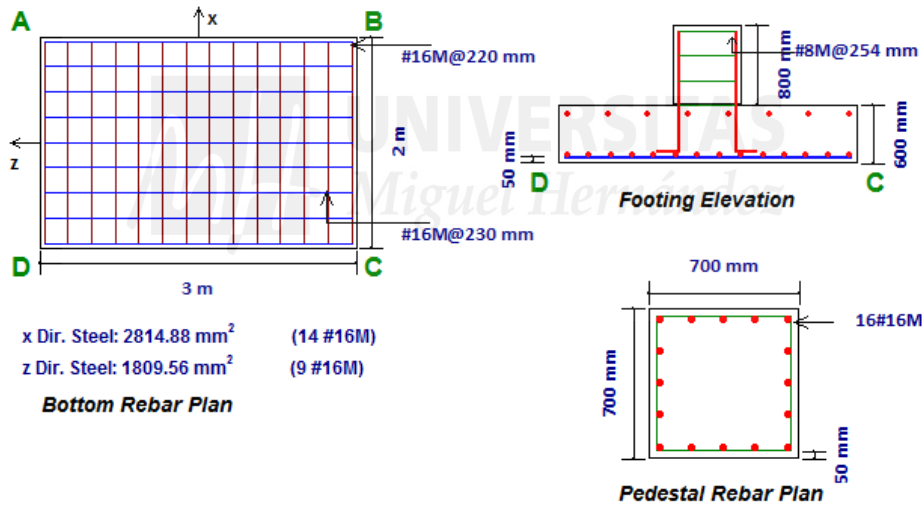
De acuerdo a los resultados obtenidos se obtendrían 3 tipos de zapatas y en las siguientes imágenes se pueden ver los resultados obtenidos en la zapata pésima de cada tipo:

- Zapata tipo 1. Zapata de los pilares de los pórticos de las vigas en celosía de los pasos de carretera.

Sketch

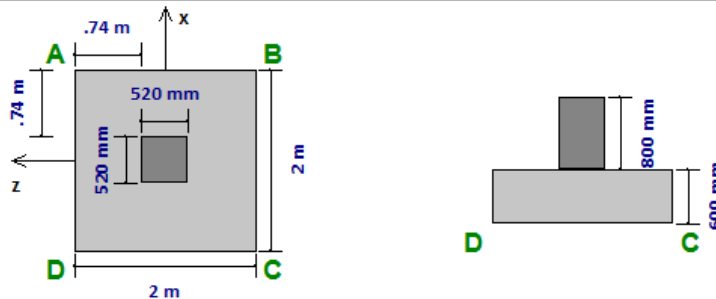




Details



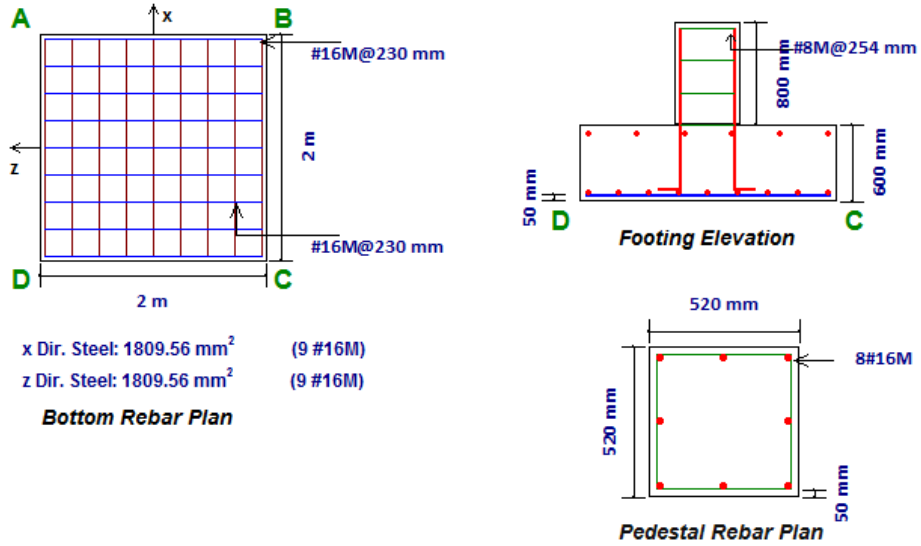
- Zapata tipo 2. Zapata de los pilares de los pórticos.

Sketch



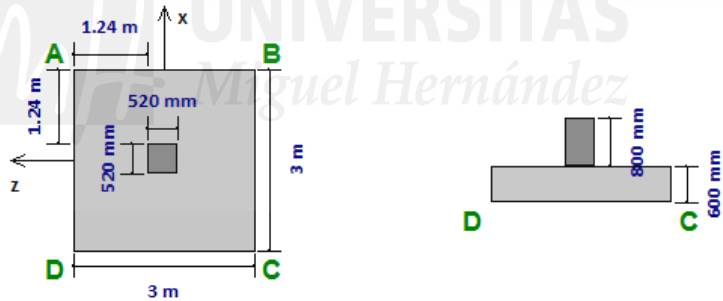
	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 153 de 161</p>

Details

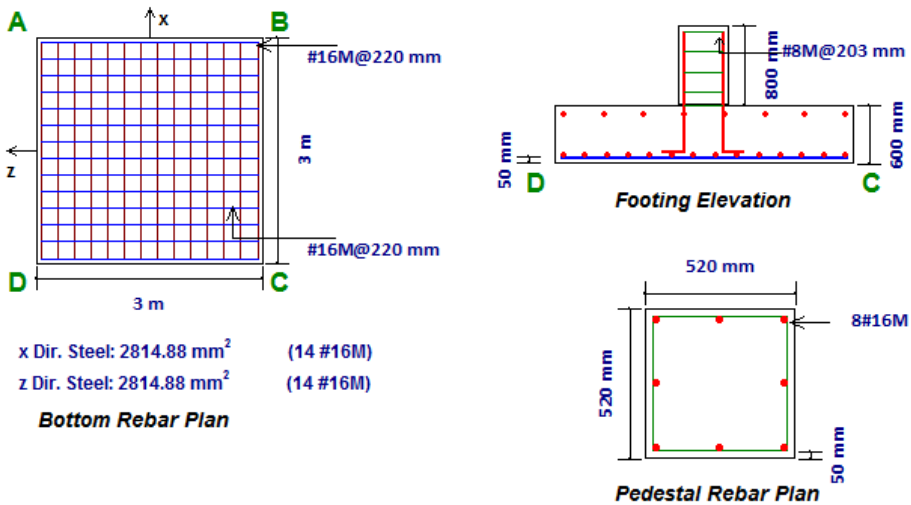




- Zapata tipo 3. Zapata de los pilares de los pórticos con arriostrados.

Sketch



Details



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 154 de 161



De acuerdo a los resultados obtenidos y de manera de dotar al proyecto de la misma armadura en todos las zapatas se decide colocar en todos ellos una armadura de diámetro 16 mm cada 200 mm en las dos direcciones y en las dos caras.

Por su parte para el armado de los pedestales, como es más restrictiva la situación de armado obtenida en el refuerzo necesario para los pernos de anclaje, se opta por la configuración de armado ya definida en el apartado 8.

Se lista a continuación todas las comprobaciones realizadas con software de cálculo:

1) Armados:

Joint	Footing	Bot x Steel (mm ²)	Bot z Steel (mm ²)	Top x Steel (mm ²)	Top z Steel (mm ²)	Pedestal Long	Pedestal Shear
R3D_N2	Tipo 1	2814.878	1809.565	0	0	16#16M	#8M@254 mm
R3D_N1	Tipo 1	2814.878	1809.565	0	0	16#16M	#8M@254 mm
R3D_N4	Tipo 1	2814.878	1809.565	0	0	16#16M	#8M@254 mm
R3D_N3	Tipo 1	2814.878	1809.565	0	0	16#16M	#8M@254 mm
R3D_N103	Tipo 1	2814.878	1809.565	0	0	16#16M	#8M@254 mm
R3D_N102	Tipo 1	2814.878	1809.565	0	0	16#16M	#8M@254 mm
R3D_N105	Tipo 1	2814.878	1809.565	0	0	16#16M	#8M@254 mm
R3D_N104	Tipo 1	2814.878	1809.565	0	0	16#16M	#8M@254 mm
R3D_N6	Tipo 3	2814.878	2814.878	0	0	8#16M	#8M@203 mm
R3D_N5	Tipo 3	2814.878	2814.878	0	0	8#16M	#8M@203 mm
R3D_N8	Tipo 3	2814.878	2814.878	0	0	8#16M	#8M@203 mm
R3D_N7	Tipo 3	2814.878	2814.878	0	0	8#16M	#8M@203 mm
R3D_N10	Tipo 2	1809.565	1809.565	0	0	8#16M	#8M@254 mm
R3D_N9	Tipo 2	1809.565	1809.565	0	0	8#16M	#8M@254 mm
R3D_N12	Tipo 2	1809.565	1809.565	0	0	8#16M	#8M@254 mm
R3D_N11	Tipo 2	1809.565	1809.565	0	0	8#16M	#8M@254 mm
R3D_N101	Tipo 2	1809.565	1809.565	0	0	8#16M	#8M@254 mm
R3D_N100	Tipo 2	1809.565	1809.565	0	0	8#16M	#8M@254 mm
R3D_N107	Tipo 3	2814.878	2814.878	0	0	8#16M	#8M@203 mm
R3D_N106	Tipo 3	2814.878	2814.878	0	0	8#16M	#8M@203 mm

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 155 de 161

R3D_N109	Tipo 3	2814.878	2814.878	0	0	8#16M	#8M@203 mm
R3D_N108	Tipo 3	2814.878	2814.878	0	0	8#16M	#8M@203 mm
R3D_N111	Tipo 2	1809.565	1809.565	0	0	8#16M	#8M@254 mm
R3D_N110	Tipo 2	1809.565	1809.565	0	0	8#16M	#8M@254 mm

De acuerdo a los cálculos mostrados anteriormente se disponen los siguientes armados en las zapatas, de manera que se cumpla con los requisitos mínimos calculados:



- Zapatas tipo 1 -> $\phi 16@200$ mm arriba y abajo
- Zapatas tipo 2 -> $\phi 16@200$ mm arriba y abajo
- Zapatas tipo 3 -> $\phi 16@200$ mm arriba y abajo

Por su parte para los pedestales se disponen los siguientes armados:

- Pedestales zapatas tipo 1 -> 24 $\phi 16$ y estribos $\phi 8@150$ mm
- Pedestales zapatas tipo 2 -> 16 $\phi 16$ y estribos $\phi 8@150$ mm
- Pedestales zapatas tipo 3 -> 16 $\phi 16$ y estribos $\phi 8@150$ mm



2) Comprobaciones de las zapatas:

Joint	Footing	Bearing Ratio	Bearing Pressure (kPa)	LC	UC Max	Muxx (kNm)	LC	UC Max	Muzz (kNm)	LC
R3D_N2	Tipo 1	0.223	43.436	59	0.123	52.599	3	0.026	16.988	15
R3D_N1	Tipo 1	0.223	43.436	61	0.125	53.639	19	0.025	16.592	17
R3D_N4	Tipo 1	0.224	43.777	59	0.126	53.82	3	0.025	16.544	15
R3D_N3	Tipo 1	0.224	43.777	61	0.128	54.731	19	0.024	16.049	18
R3D_N103	Tipo 1	0.243	47.436	59	0.16	68.577	3	0.031	20.938	15
R3D_N102	Tipo 1	0.243	47.436	61	0.163	69.578	19	0.031	20.408	17
R3D_N105	Tipo 1	0.245	47.685	59	0.162	69.397	3	0.03	19.968	15
R3D_N104	Tipo 1	0.245	47.685	61	0.164	70.209	19	0.03	19.799	14
R3D_N6	Tipo 3	0.202	39.464	63	0.105	70.067	40	0.131	86.79	42
R3D_N5	Tipo 3	0.202	39.464	63	0.107	70.99	40	0.131	86.79	42
R3D_N8	Tipo 3	0.202	39.327	62	0.105	69.785	40	0.132	87.485	40
R3D_N7	Tipo 3	0.202	39.327	62	0.106	70.709	40	0.132	87.485	40
R3D_N10	Tipo 2	0.192	37.383	59	0.038	16.074	3	0.023	9.703	18
R3D_N9	Tipo 2	0.192	37.383	61	0.04	17.27	19	0.023	9.703	18
R3D_N12	Tipo 2	0.184	35.848	59	0.032	13.548	3	0.021	8.984	18
R3D_N11	Tipo 2	0.184	35.848	61	0.034	14.618	19	0.021	8.984	18
R3D_N101	Tipo 2	0.18	35.066	59	0.03	12.65	3	0.02	8.575	18

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 156 de 161



R3D_N100	Tipo 2	0.18	35.066	61	0.032	13.615	19	0.02	8.575	18
R3D_N107	Tipo 3	0.206	40.238	63	0.126	83.978	40	0.152	101.263	42
R3D_N106	Tipo 3	0.206	40.238	63	0.128	84.836	40	0.152	101.263	42
R3D_N109	Tipo 3	0.205	39.946	62	0.126	83.472	40	0.153	101.473	40
R3D_N108	Tipo 3	0.205	39.946	62	0.127	84.33	40	0.153	101.473	40
R3D_N111	Tipo 2	0.18	35.194	59	0.03	12.77	3	0.02	8.591	18
R3D_N110	Tipo 2	0.18	35.194	61	0.032	13.756	19	0.02	8.591	18

Joint	Footing	UC Shear	Vux (kN)	LC	UC Shear	Vuz (kN)	LC
R3D_N2	Tipo 1	0.069	50.582	3	0.009	9.533	15
R3D_N1	Tipo 1	0.071	51.612	19	0.008	9.271	17
R3D_N4	Tipo 1	0.071	51.776	3	0.008	9.213	15
R3D_N3	Tipo 1	0.072	52.685	19	0.008	9.115	18
R3D_N103	Tipo 1	0.091	66.121	3	0.011	11.79	15
R3D_N102	Tipo 1	0.092	67.11	19	0.01	11.44	17
R3D_N105	Tipo 1	0.092	66.926	3	0.01	11.314	14
R3D_N104	Tipo 1	0.093	67.74	19	0.01	11.314	14
R3D_N6	Tipo 3	0.059	64.367	40	0.074	80.577	42
R3D_N5	Tipo 3	0.06	65.262	40	0.074	80.577	42
R3D_N8	Tipo 3	0.059	64.109	40	0.074	81.265	40
R3D_N7	Tipo 3	0.059	65.004	40	0.074	81.265	40
R3D_N10	Tipo 2	0.018	13.325	3	0.01	7.618	18
R3D_N9	Tipo 2	0.02	14.397	19	0.01	7.618	18
R3D_N12	Tipo 2	0.015	11.165	3	0.01	7.077	18
R3D_N11	Tipo 2	0.017	12.124	19	0.01	7.077	18
R3D_N101	Tipo 2	0.014	10.432	3	0.009	6.781	18
R3D_N100	Tipo 2	0.016	11.296	19	0.009	6.781	18
R3D_N107	Tipo 3	0.071	77.136	40	0.086	93.89	42
R3D_N106	Tipo 3	0.071	77.967	40	0.086	93.89	42
R3D_N109	Tipo 3	0.07	76.671	40	0.086	94.119	40
R3D_N108	Tipo 3	0.071	77.503	40	0.086	94.119	40
R3D_N111	Tipo 2	0.014	10.526	3	0.009	6.782	18
R3D_N110	Tipo 2	0.016	11.409	19	0.009	6.782	18

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 157 de 161

3) Comprobaciones de los pedestales:

Joint	Footing	UC Bend	LC	UC Shear	LC	UC Punch	LC
R3D_N2	Tipo 1	0.1	35	0.039	17	0.03	15
R3D_N1	Tipo 1	0.106	31	0.039	15	0.03	17
R3D_N4	Tipo 1	0.121	23	0.04	17	0.03	15
R3D_N3	Tipo 1	0.12	23	0.04	15	0.03	17
R3D_N103	Tipo 1	0.244	19	0.05	17	0.036	15
R3D_N102	Tipo 1	0.197	9	0.05	15	0.036	17
R3D_N105	Tipo 1	0.134	30	0.051	17	0.036	15
R3D_N104	Tipo 1	0.126	30	0.051	15	0.036	17
R3D_N6	Tipo 3	0.57	44	0.859	45	0.078	40
R3D_N5	Tipo 3	0.592	45	0.859	45	0.078	40
R3D_N8	Tipo 3	0.569	44	0.855	40	0.077	40
R3D_N7	Tipo 3	0.591	45	0.855	40	0.077	42
R3D_N10	Tipo 2	0.19	21	0.032	17	0.015	15
R3D_N9	Tipo 2	0.19	19	0.032	15	0.015	17
R3D_N12	Tipo 2	0.152	21	0.027	17	0.013	15
R3D_N11	Tipo 2	0.152	19	0.027	15	0.013	17
R3D_N101	Tipo 2	0.138	5	0.025	17	0.012	15
R3D_N100	Tipo 2	0.137	3	0.025	15	0.012	17
R3D_N107	Tipo 3	0.753	44	0.915	45	0.093	40
R3D_N106	Tipo 3	0.748	44	0.915	45	0.093	40
R3D_N109	Tipo 3	0.755	44	0.908	40	0.093	40
R3D_N108	Tipo 3	0.75	44	0.908	40	0.093	40
R3D_N111	Tipo 2	0.143	21	0.025	17	0.012	15
R3D_N110	Tipo 2	0.143	19	0.025	15	0.012	17

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019 Página 158 de 161

4) Vuelco y deslizamiento:

Joint	Footing	OSF-xx	LC	OSF-zz	LC	SR-xx	LC	SR-zz	LC
R3D_N2	Tipo 1	3.729	56	12.629	56	53.213	68	9.399	56
R3D_N1	Tipo 1	3.729	54	12.629	54	53.213	68	9.399	54
R3D_N4	Tipo 1	3.616	56	11.318	56	46.217	66	9.132	56
R3D_N3	Tipo 1	3.616	54	11.318	54	46.217	66	9.132	54
R3D_N103	Tipo 1	2.935	56	10.605	56	48.127	68	7.494	56
R3D_N102	Tipo 1	2.935	54	10.605	54	48.127	68	7.494	54
R3D_N105	Tipo 1	2.885	56	9.477	56	39.314	66	7.371	56
R3D_N104	Tipo 1	2.885	54	9.477	54	39.314	66	7.371	54
R3D_N6	Tipo 3	3.388	64	2.651	64	4.219	64	20.28	56
R3D_N5	Tipo 3	3.388	64	2.651	64	4.219	64	20.28	54
R3D_N8	Tipo 3	3.375	65	2.636	65	4.136	65	20.597	56
R3D_N7	Tipo 3	3.375	65	2.636	65	4.136	65	20.597	54
R3D_N10	Tipo 2	3.963	56	17.9	56	38.972	53	12.308	56
R3D_N9	Tipo 2	3.963	54	17.9	54	38.972	53	12.308	54
R3D_N12	Tipo 2	4.953	56	20.694	53	38.299	53	14.939	56
R3D_N11	Tipo 2	4.953	54	20.694	53	38.299	53	14.939	54
R3D_N101	Tipo 2	5.265	56	19.884	53	37.555	53	15.741	56
R3D_N100	Tipo 2	5.265	54	19.884	53	37.555	53	15.741	54
R3D_N107	Tipo 3	2.837	64	2.295	64	3.851	64	22.978	69
R3D_N106	Tipo 3	2.837	64	2.295	64	3.851	64	22.978	67
R3D_N109	Tipo 3	2.812	65	2.268	65	3.702	65	22.407	69
R3D_N108	Tipo 3	2.812	65	2.268	65	3.702	65	22.407	67
R3D_N111	Tipo 2	5.242	56	20.492	53	37.973	53	15.677	56
R3D_N110	Tipo 2	5.242	54	20.492	53	37.973	53	15.677	54

Como se puede comprobar los factores de seguridad frente al vuelco y al deslizamiento se encuentran por encima de los mínimos exigidos por el CTE-DB-SE-C y que son de 2 para el vuelco y de 1.5 para el deslizamiento.

Aclarar que en las hipótesis consideradas para comprobar el vuelco, las cargas favorables se han minorado por un coeficiente de 0.9 por lo que según los cálculos realizados para cumplir con el CTE se tendrían que obtener factores de seguridad superiores a $0.9 \times 2 = 1.8$, encontrándose en la peor hipótesis en 2.27.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEMORIA DE CÁLCULO	FECHA: Junio de 2019
		Página 159 de 161

11. PRESUPUESTO

RESUMEN ECONÓMICO		
PARTIDA	DESCRIPCION	IMPORTE
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	7.774,80 €
2	CIMENTACIONES	23.737,99 €
3	ESTRUCTURA METÁLICA	212.102,22 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		243.615,01 €



2,10% DE SEGURIDAD E HIGIENE	5.115,92 €
6,90% DE M.O. AUXILIAR	16.809,44 €
18,50% DE C.I. DE OBRA	45.068,78 €
7,60% DE GASTOS GENERALES	18.514,74 €
1,00% DE REMATE Y RETIRADA	2.436,15 €
SUMA	87.945,02 €

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	331.560,03 €
--	---------------------

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la cantidad de TRESCIENTOS TREINTA Y UN MIL QUINIENTOS SESEINTA EUROS Y TRES CÉNTIMOS.

Orihuela, Junio de 2019

Fdo.: Adrián Berdasco Fernández

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 160 de 161</p>

12. CONCLUSIONES



En el presente documento se recoge la justificación de la estructura principal, secundaria, uniones y cimentación del rack de instalaciones previsto como Trabajo Fin de Máster del programa Máster de Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones de la Universidad Miguel Hernández, considerando que los elementos contemplados se encuentran suficientemente analizados y correctamente comprobados, con arreglo a la normativa de aplicación.

Orihuela, Junio de 2019



Fdo.: Adrián Berdasco Fernández



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">MEMORIA DE CÁLCULO</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 161 de 161</p>

13. ANEXOS

- 13.1. ESFUERZOS EN LAS UNIONES
- 13.2. COMPROBACIÓN CONOS DE ROTURA DEL HORMIGÓN DE LOS PEDESTALES





TRABAJO FIN DE MÁSTER
ANEXO 1. ESFUERZOS EN UNIONES

**DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA
ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA
IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE
INSTALACIONES**



Alumno

Adrián Berdasco Fernández

Director

José Antonio Flores Yepes

Junio de 2019



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES



Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández

DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA

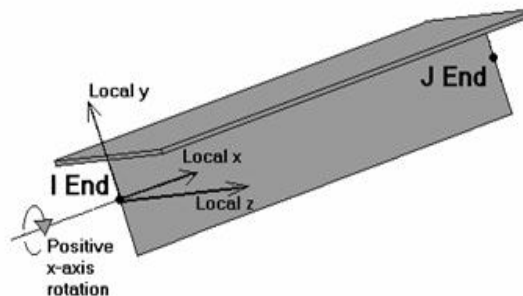
NOTAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE UNIONES

1. PARA NOTAS GENERALES DE ESTRUCTURA METALICA VER PLANO 2.7.
2. EN LA MEDIDA DE LO POSIBLE SE INTENTARÁ QUE LA MAYORÍA DE LAS UNIONES SEAN SOLDADAS EN TALLER, MINIMIZÁNDOSE LAS UNIONES EN OBRA.
3. LAS UNIONES ATORNILLADAS SE DISEÑARAN DEL TIPO A+D CON TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA DE DIAMETRO MINIMO 16 MM TRABAJANDO A CORTADURA Y A APLASTAMIENTO FRENTE A ESFUERZOS NORMALES A SU EJE Y TRABAJANDO A TRACCION
4. EJES LOCALES SOBRE LOS QUE ESTÁN REFERENCIADOS LOS ESFUERZOS



Member Local Axes

The following diagram illustrates the directions of the member's local axes that are used to define member forces, stresses, and deflections as well as loads defined in local axes directions:



5. CRITERIOS DE LA SALIDA DE DATOS DE ESDUERZOS DEL SOFTWARE EMPLEADO

Member Force Results

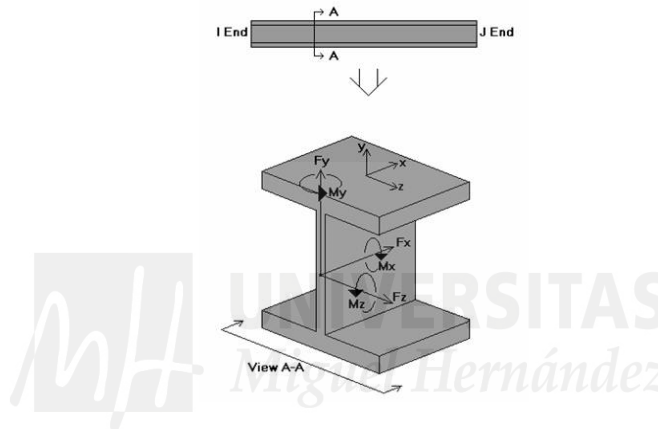
Access the **Member Section Forces Spreadsheet** by selecting the **Results Menu** and then selecting **Members > Forces**.

Member Label	Section	Axis	y Shear	z Shear	Torque	yy Mo	zz Mo
137	1	M28	22.415	8.144	0	-381	9.316
		2	10.848	3.368	0	19	-1.484
		3	-2.88	-4.03	0	0	-4.147
		4	-10.992	-3.167	0	-19	-59
		5	-21.266	-4.924	0	-381	7.272
141	1	M29	27.548	13.962	0	818	25.938
		2	14.133	5.773	0	309	-4.131
		3	-388	-69	0	0	-11.547
		4	-13.858	-5.428	0	-309	-1.842
		5	-28.698	-8.442	0	-618	20.248
146	1	M30	12.775	5.817	0	381	6.824
		2	7.108	2.468	0	195	-1.087
		3	-375	-288	0	0	-3.638
		4	-6.818	-2.282	0	-195	-432
		5	-16.075	-3.517	0	-381	5.327

These are the member forces calculated along each active member taking into account any member offsets. The number of sections for which forces are reported is controlled by the **Number Of Sections** specified in the **Model Settings Dialog**.

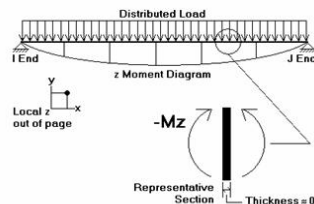
The units for the forces are shown at the top of each column. As for the sign convention, the signs of these results correspond to the member's local axes, using the right hand rule. The left side forces at each section location are displayed. There are six force values for each section location.

These are axial, shear parallel to the local y axis (Shear y-y), shear parallel to the local z axis (Shear z-z), torque moment, moment about the member's local y axis (Moment y-y) and moment about the member's local z axis (Moment z-z). Please see the diagram below:



This diagram shows a member section location with all positive section forces. As can be seen, the section forces listed at any given section are the left side forces. For axial forces, compression is positive. For moments, counter-clockwise around the member axis is positive.

These section forces may also be displayed graphically. Remember that the section forces used for the plot are the left side forces. For an example of what you would see for the graphic plot of the moment diagram for a member, please see below:



RISA-3D uses the right hand rule **joint convention** and is always consistent with this convention. Since the left side moment is being used, a member under negative M_z moment would have the "holds water" deflected shape, which is contrary to some **beam conventions**. The opposite is true for M_y moments which will tend to "hold water" under a positive moment and "shed water" under a negative moment.

For enveloped results the maximum and minimum value at each location is listed. The load combination producing the maximum or minimum is also listed, in the "lc" column.



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 1 - CORDONES VIGA EN CELOSÍA TRAMO 1

Sección: HEB-180

UNIÓN RÍGIDA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	123.95	9.23	1.56	0.11	3.69	11.32
min	-42.77					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M13	1	max	88.09	40	6.57	18	1.55	20	0.05	11	3.69	21	6.65	18
M13	1	min	-5.26	34	1.25	34	-1.54	21	-0.07	17	-3.69	20	1.01	34
M13	2	max	123.95	40	-1.28	29	1.52	20	0.07	17	3.69	20	6.49	19
M13	2	min	-42.77	34	-6.33	14	-1.56	21	-0.05	11	-3.69	21	0.96	34
M14	1	max	1.39	10	9.23	14	1.55	17	0.11	42	0.46	31	10.47	14
M14	1	min	-9.11	16	1.61	34	-1.53	15	-0.11	36	-0.46	47	1.43	34
M14	2	max	1.69	12	-1.30	29	1.54	15	0.11	31	0.46	31	11.32	18
M14	2	min	-7.72	14	-9.96	18	-1.55	17	-0.11	47	-0.47	47	1.19	34
M15	1	max	1.39	10	9.23	14	1.53	17	0.11	31	0.46	42	10.47	14
M15	1	min	-9.11	16	1.61	34	-1.55	15	-0.11	47	-0.46	36	1.43	34
M15	2	max	1.69	12	-1.30	29	1.55	15	0.11	42	0.47	42	11.32	18
M15	2	min	-7.72	14	-9.96	18	-1.54	17	-0.11	36	-0.46	36	1.19	34
M16	1	max	88.09	40	6.57	18	1.54	21	0.07	15	3.69	20	6.65	18
M16	1	min	-5.26	34	1.25	34	-1.55	20	-0.05	13	-3.69	21	1.01	34
M16	2	max	123.95	40	-1.28	29	1.56	21	0.05	13	3.69	21	6.49	19
M16	2	min	-42.77	34	-6.33	14	-1.52	20	-0.07	15	-3.69	20	0.96	34



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 2 - DIAGONALES VIGA EN CELOSÍA TRAMO 1

Sección: L 80.10

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	-2.62	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
min	-97.27					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M39	1	max	-13.56	29	0.12	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M39	1	min	-89.06	45	0.07	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M39	2	max	-13.40	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M39	2	min	-88.90	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M40	1	max	-13.05	29	0.12	19	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M40	1	min	-96.93	45	0.07	5	0.00	3	0.00	17	0.00	3	0.00	3
M40	2	max	-12.89	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M40	2	min	-96.77	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	17	0.00	3	0.00	3
M41	1	max	-7.70	29	0.12	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M41	1	min	-67.54	45	0.07	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M41	2	max	-7.54	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M41	2	min	-67.38	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M42	1	max	-5.44	29	0.12	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M42	1	min	-58.80	45	0.07	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M42	2	max	-5.28	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M42	2	min	-58.64	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M43	1	max	-4.79	29	0.12	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M43	1	min	-26.97	17	0.07	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M43	2	max	-4.63	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M43	2	min	-26.75	17	-0.12	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M44	1	max	-2.79	29	0.12	19	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M44	1	min	-17.50	17	0.07	5	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M44	2	max	-2.62	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M44	2	min	-17.28	17	-0.12	3	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M45	1	max	-2.75	29	0.12	19	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M45	1	min	-17.69	17	0.07	5	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M45	2	max	-2.91	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M45	2	min	-17.91	17	-0.12	3	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M46	1	max	-4.84	29	0.12	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M46	1	min	-27.17	17	0.07	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M46	2	max	-5.01	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M46	2	min	-27.39	17	-0.12	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M47	1	max	-5.40	29	0.12	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M47	1	min	-58.93	45	0.07	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M47	2	max	-5.57	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M47	2	min	-59.09	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M48	1	max	-7.65	29	0.12	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M48	1	min	-67.68	45	0.07	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M48	2	max	-7.81	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M48	2	min	-67.84	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M49	1	max	-13.01	29	0.12	19	0.00	47	0.00	17	0.00	47	0.00	47
M49	1	min	-97.10	45	0.07	5	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M49	2	max	-13.17	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	17	0.00	47	0.00	47
M49	2	min	-97.27	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES



Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández

DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M50	1	max	-13.44	29	0.12	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M50	1	min	-88.63	45	0.07	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M50	2	max	-13.60	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M50	2	min	-88.80	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M51	1	max	-13.56	29	0.12	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M51	1	min	-89.06	45	0.07	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M51	2	max	-13.40	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M51	2	min	-88.90	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M52	1	max	-13.05	29	0.12	19	0.00	47	0.00	15	0.00	47	0.00	47
M52	1	min	-96.93	45	0.07	5	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M52	2	max	-12.89	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	15	0.00	47	0.00	47
M52	2	min	-96.77	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M53	1	max	-7.70	29	0.12	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M53	1	min	-67.54	45	0.07	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M53	2	max	-7.54	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M53	2	min	-67.38	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M54	1	max	-5.44	29	0.12	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M54	1	min	-58.80	45	0.07	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M54	2	max	-5.28	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M54	2	min	-58.64	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M55	1	max	-4.79	29	0.12	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M55	1	min	-26.97	15	0.07	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M55	2	max	-4.63	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M55	2	min	-26.75	15	-0.12	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M56	1	max	-2.79	29	0.12	19	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M56	1	min	-17.50	15	0.07	5	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M56	2	max	-2.62	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M56	2	min	-17.28	15	-0.12	3	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M57	1	max	-2.75	29	0.12	19	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M57	1	min	-17.69	15	0.07	5	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M57	2	max	-2.91	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M57	2	min	-17.91	15	-0.12	3	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M58	1	max	-4.84	29	0.12	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M58	1	min	-27.17	15	0.07	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M58	2	max	-5.01	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M58	2	min	-27.39	15	-0.12	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M59	1	max	-5.40	29	0.12	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M59	1	min	-58.93	45	0.07	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M59	2	max	-5.57	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M59	2	min	-59.09	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M60	1	max	-7.65	29	0.12	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M60	1	min	-67.68	45	0.07	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M60	2	max	-7.81	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M60	2	min	-67.84	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M61	1	max	-13.01	29	0.12	19	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M61	1	min	-97.10	45	0.07	5	0.00	3	0.00	15	0.00	3	0.00	3
M61	2	max	-13.17	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M61	2	min	-97.27	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	15	0.00	3	0.00	3
M62	1	max	-13.44	29	0.12	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M62	1	min	-88.63	45	0.07	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M62	2	max	-13.60	29	-0.07	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M62	2	min	-88.80	45	-0.12	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 3 - MONTANTES VIGA EN CELOSÍA TRAMO 1

Sección: HEA-120

UNIÓN RÍGIDA

		Axial (KN)		y Shear (KN)		z Shear (KN)		Torque (KN m)		y-y Moment (KN m)		z-z Moment (KN m)		
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	
Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC	
M17	1	max	64.78	40	-0.66	29	0.02	21	0.03	42	0.03	31	-0.47	29
M17	1	min	9.40	34	-4.71	45	-0.03	18	-0.03	36	-0.04	47	-3.29	45
M17	2	max	64.51	40	-0.66	29	0.02	21	0.03	42	0.03	31	3.31	40
M17	2	min	9.13	34	-4.71	45	-0.03	18	-0.03	36	-0.05	47	0.46	34
M18	1	max	64.78	40	-0.66	29	0.03	18	0.03	31	0.04	42	-0.47	29
M18	1	min	9.40	34	-4.71	45	-0.02	21	-0.03	47	-0.03	36	-3.29	45
M18	2	max	64.51	40	-0.66	29	0.03	18	0.03	31	0.05	42	3.31	40
M18	2	min	9.13	34	-4.71	45	-0.02	21	-0.03	47	-0.03	36	0.46	34
M19	1	max	66.98	40	-0.45	29	0.05	11	0.02	42	0.03	13	-0.32	29
M19	1	min	8.39	34	-3.80	45	-0.04	13	-0.02	36	-0.03	11	-2.68	45
M19	2	max	66.70	40	-0.45	29	0.05	11	0.02	42	0.03	11	2.64	40
M19	2	min	8.12	34	-3.80	45	-0.04	13	-0.02	36	-0.03	13	0.31	34
M20	1	max	66.98	40	-0.45	29	0.04	11	0.02	31	0.03	13	-0.32	29
M20	1	min	8.39	34	-3.80	45	-0.05	13	-0.02	47	-0.03	11	-2.68	45
M20	2	max	66.70	40	-0.45	29	0.04	11	0.02	31	0.03	11	2.64	40
M20	2	min	8.12	34	-3.80	45	-0.05	13	-0.02	47	-0.03	13	0.31	34



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M21	1	max	43.79	40	-0.25	29	0.04	11	0.02	42	0.03	13	-0.18	29
M21	1	min	4.61	34	-2.99	45	-0.04	13	-0.02	36	-0.03	11	-2.11	45
M21	2	max	43.52	40	-0.25	29	0.04	11	0.02	42	0.03	11	2.07	40
M21	2	min	4.34	34	-2.99	45	-0.04	13	-0.02	36	-0.03	13	0.17	34
M22	1	max	43.79	40	-0.25	29	0.04	11	0.02	31	0.03	13	-0.18	29
M22	1	min	4.61	34	-2.99	45	-0.04	13	-0.02	47	-0.03	11	-2.11	45
M22	2	max	43.52	40	-0.25	29	0.04	11	0.02	31	0.03	11	2.07	40
M22	2	min	4.34	34	-2.99	45	-0.04	13	-0.02	47	-0.03	13	0.17	34
M23	1	max	41.53	40	-0.19	29	0.03	31	0.01	42	0.02	42	-0.13	29
M23	1	min	3.06	34	-2.02	45	-0.03	47	-0.01	36	-0.02	36	-1.43	45
M23	2	max	41.25	40	-0.19	29	0.03	31	0.01	42	0.02	11	1.39	40
M23	2	min	2.78	34	-2.02	45	-0.03	47	-0.01	36	-0.02	47	0.13	34
M24	1	max	41.53	40	-0.19	29	0.03	42	0.01	31	0.02	31	-0.13	29
M24	1	min	3.06	34	-2.02	45	-0.03	36	-0.01	47	-0.02	47	-1.43	45
M24	2	max	41.25	40	-0.19	29	0.03	42	0.01	31	0.02	42	1.39	40
M24	2	min	2.78	34	-2.02	45	-0.03	36	-0.01	47	-0.02	13	0.13	34
M25	1	max	15.67	17	-0.10	29	0.01	31	0.01	11	0.01	42	-0.07	29
M25	1	min	2.66	34	-1.02	17	-0.02	47	-0.01	13	-0.01	36	-0.75	17
M25	2	max	15.30	17	-0.10	29	0.01	31	0.01	11	0.01	31	0.69	17
M25	2	min	2.39	34	-1.02	17	-0.02	47	-0.01	13	-0.01	47	0.07	34
M26	1	max	15.67	15	-0.10	29	0.02	42	0.01	11	0.01	31	-0.07	29
M26	1	min	2.66	34	-1.02	15	-0.01	36	-0.01	13	-0.01	47	-0.75	15
M26	2	max	15.30	15	-0.10	29	0.02	42	0.01	11	0.01	42	0.69	15
M26	2	min	2.39	34	-1.02	15	-0.01	36	-0.01	13	-0.01	36	0.07	34



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M27	1	max	8.16	15	0.05	16	0.04	13	0.00	10	0.03	11	0.03	16
M27	1	min	1.14	34	-0.04	10	-0.04	11	0.00	12	-0.03	13	-0.03	10
M27	2	max	7.79	15	0.05	16	0.04	13	0.00	10	0.03	13	0.02	10
M27	2	min	0.87	34	-0.04	10	-0.04	11	0.00	12	-0.03	11	-0.03	16
M28	1	max	8.16	17	0.05	16	0.04	13	0.00	12	0.03	11	0.03	16
M28	1	min	1.14	34	-0.04	10	-0.04	11	0.00	10	-0.03	13	-0.03	10
M28	2	max	7.79	17	0.05	16	0.04	13	0.00	12	0.03	13	0.02	10
M28	2	min	0.87	34	-0.04	10	-0.04	11	0.00	10	-0.03	11	-0.03	16
M29	1	max	15.95	17	1.04	17	0.01	31	0.01	13	0.01	42	0.76	17
M29	1	min	2.78	34	0.12	34	-0.02	47	-0.01	11	-0.01	36	0.09	34
M29	2	max	15.58	17	1.04	17	0.01	31	0.01	13	0.01	31	-0.08	29
M29	2	min	2.51	34	0.12	34	-0.02	47	-0.01	11	-0.01	47	-0.70	17
M30	1	max	15.95	15	1.04	15	0.02	42	0.01	13	0.01	31	0.76	15
M30	1	min	2.78	34	0.12	34	-0.01	36	-0.01	11	-0.01	47	0.09	34
M30	2	max	15.58	15	1.04	15	0.02	42	0.01	13	0.01	42	-0.08	29
M30	2	min	2.51	34	0.12	34	-0.01	36	-0.01	11	-0.01	36	-0.70	15
M31	1	max	41.73	40	2.03	40	0.03	31	0.01	31	0.02	42	1.44	40
M31	1	min	3.14	34	0.19	34	-0.03	47	-0.01	47	-0.02	36	0.13	34
M31	2	max	41.45	40	2.03	40	0.03	31	0.01	31	0.02	31	-0.13	29
M31	2	min	2.86	34	0.19	34	-0.03	47	-0.01	47	-0.02	47	-1.40	45
M32	1	max	41.73	40	2.03	40	0.03	42	0.01	42	0.02	31	1.44	40
M32	1	min	3.14	34	0.19	34	-0.03	36	-0.01	36	-0.02	47	0.13	34
M32	2	max	41.45	40	2.03	40	0.03	42	0.01	42	0.02	42	-0.13	29
M32	2	min	2.86	34	0.19	34	-0.03	36	-0.01	36	-0.02	36	-1.40	45



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M33	1	max	44.00	40	3.00	40	0.04	11	0.02	31	0.03	13	2.12	40
M33	1	min	4.69	34	0.25	34	-0.04	13	-0.02	47	-0.03	11	0.18	34
M33	2	max	43.73	40	3.00	40	0.04	11	0.02	31	0.03	11	-0.17	29
M33	2	min	4.42	34	0.25	34	-0.04	13	-0.02	47	-0.03	13	-2.08	45
M34	1	max	44.00	40	3.00	40	0.04	11	0.02	42	0.03	13	2.12	40
M34	1	min	4.69	34	0.25	34	-0.04	13	-0.02	36	-0.03	11	0.18	34
M34	2	max	43.73	40	3.00	40	0.04	11	0.02	42	0.03	11	-0.17	29
M34	2	min	4.42	34	0.25	34	-0.04	13	-0.02	36	-0.03	13	-2.08	45
M35	1	max	67.12	40	3.82	40	0.04	11	0.02	31	0.03	13	2.69	40
M35	1	min	8.46	34	0.44	34	-0.04	13	-0.02	47	-0.03	11	0.32	34
M35	2	max	66.84	40	3.82	40	0.04	11	0.02	31	0.03	11	-0.31	29
M35	2	min	8.18	34	0.44	34	-0.04	13	-0.02	47	-0.03	13	-2.66	45
M36	1	max	67.12	40	3.82	40	0.04	11	0.02	42	0.03	13	2.69	40
M36	1	min	8.46	34	0.44	34	-0.04	13	-0.02	36	-0.03	11	0.32	34
M36	2	max	66.84	40	3.82	40	0.04	11	0.02	42	0.03	11	-0.31	29
M36	2	min	8.18	34	0.44	34	-0.04	13	-0.02	36	-0.03	13	-2.66	45
M37	1	max	65.30	40	4.75	40	0.02	20	0.03	31	0.03	31	3.34	40
M37	1	min	9.48	34	0.66	34	-0.03	19	-0.03	47	-0.04	47	0.46	34
M37	2	max	65.03	40	4.75	40	0.02	20	0.03	31	0.03	31	-0.46	29
M37	2	min	9.21	34	0.66	34	-0.03	19	-0.03	47	-0.05	47	-3.32	45
M38	1	max	65.30	40	4.75	40	0.03	19	0.03	42	0.04	42	3.34	40
M38	1	min	9.48	34	0.66	34	-0.02	20	-0.03	36	-0.03	36	0.46	34
M38	2	max	65.03	40	4.75	40	0.03	19	0.03	42	0.05	42	-0.46	29
M38	2	min	9.21	34	0.66	34	-0.02	20	-0.03	36	-0.03	36	-3.32	45



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 4 - VIGAS DE ATADO

Sección: HEA-160

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	128.00	8.71	1.04	0.02	0.00	0.00
min	-128.95					

Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC	
M74	1	max	83.75	29	8.71	4	1.04	25	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M74	1	min	-84.26	45	0.72	5	-1.04	7	-0.01	36	0.00	3	0.00	3
M74	2	max	83.75	29	-0.72	25	1.04	23	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M74	2	min	-84.26	45	-8.71	4	-1.04	9	-0.01	36	0.00	3	0.00	3
M75	1	max	97.87	29	0.50	4	1.04	17	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M75	1	min	-98.38	45	0.25	23	-1.04	15	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M75	2	max	43.26	40	-0.25	23	1.04	15	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M75	2	min	-43.26	34	-0.50	4	-1.04	17	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M76	1	max	29.58	29	8.71	4	1.04	25	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M76	1	min	-29.58	45	0.72	5	-1.04	7	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M76	2	max	29.58	29	-0.72	25	1.04	23	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M76	2	min	-29.58	45	-8.71	4	-1.04	9	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M77	1	max	14.10	29	8.71	4	1.04	25	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M77	1	min	-14.11	45	0.72	5	-1.04	7	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M77	2	max	14.10	29	-0.72	25	1.04	23	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M77	2	min	-14.11	45	-8.71	4	-1.04	9	-0.01	46	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M78	1	max	83.75	29	8.71	4	1.04	25	0.01	31	0.00	47	0.00	47
M78	1	min	-84.26	45	0.72	5	-1.04	7	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M78	2	max	83.75	29	-0.72	25	1.04	23	0.01	31	0.00	47	0.00	47
M78	2	min	-84.26	45	-8.71	4	-1.04	9	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M79	1	max	97.87	29	0.50	4	1.04	17	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M79	1	min	-98.38	45	0.25	25	-1.04	15	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M79	2	max	43.26	40	-0.25	25	1.04	15	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M79	2	min	-43.26	34	-0.50	4	-1.04	17	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M80	1	max	29.58	29	8.71	4	1.04	25	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M80	1	min	-29.58	45	0.72	5	-1.04	7	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M80	2	max	29.58	29	-0.72	25	1.04	23	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M80	2	min	-29.58	45	-8.71	4	-1.04	9	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M81	1	max	14.10	29	8.71	4	1.04	25	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M81	1	min	-14.11	45	0.72	5	-1.04	7	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M81	2	max	14.10	29	-0.72	25	1.04	23	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M81	2	min	-14.11	45	-8.71	4	-1.04	9	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M192	1	max	15.56	29	8.51	4	0.86	25	0.02	31	0.00	47	0.00	47
M192	1	min	-15.59	45	0.60	5	-0.86	7	-0.02	47	0.00	3	0.00	3
M192	2	max	15.56	29	-0.60	25	0.86	23	0.02	31	0.00	47	0.00	47
M192	2	min	-15.59	45	-8.51	4	-0.86	9	-0.02	47	0.00	3	0.00	3
M193	1	max	15.56	29	8.51	4	0.86	25	0.02	42	0.00	47	0.00	47
M193	1	min	-15.59	45	0.60	5	-0.86	7	-0.02	36	0.00	3	0.00	3
M193	2	max	15.56	29	-0.60	25	0.86	23	0.02	42	0.00	47	0.00	47
M193	2	min	-15.59	45	-8.51	4	-0.86	9	-0.02	36	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M194	1	max	116.40	29	8.51	4	0.86	25	0.02	42	0.00	47	0.00	47
M194	1	min	-117.35	45	0.60	5	-0.86	7	-0.02	36	0.00	3	0.00	3
M194	2	max	116.40	29	-0.60	25	0.86	23	0.02	42	0.00	47	0.00	47
M194	2	min	-117.35	45	-8.51	4	-0.86	9	-0.02	36	0.00	3	0.00	3
M195	1	max	128.00	29	0.43	4	0.87	17	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M195	1	min	-128.95	45	0.19	23	-0.87	15	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M195	2	max	23.24	40	-0.19	23	0.87	15	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M195	2	min	-23.24	34	-0.43	4	-0.87	17	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M196	1	max	12.00	29	8.51	4	0.86	25	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M196	1	min	-12.00	45	0.60	5	-0.86	7	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M196	2	max	12.00	29	-0.60	25	0.86	23	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M196	2	min	-12.00	45	-8.51	4	-0.86	9	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M197	1	max	116.40	29	8.51	4	0.86	25	0.02	31	0.00	47	0.00	47
M197	1	min	-117.35	45	0.60	5	-0.86	7	-0.02	47	0.00	3	0.00	3
M197	2	max	116.40	29	-0.60	25	0.86	23	0.02	31	0.00	47	0.00	47
M197	2	min	-117.35	45	-8.51	4	-0.86	9	-0.02	47	0.00	3	0.00	3
M198	1	max	128.00	29	0.43	4	0.87	17	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M198	1	min	-128.95	45	0.19	25	-0.87	15	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M198	2	max	23.24	40	-0.19	25	0.87	15	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M198	2	min	-23.24	34	-0.43	4	-0.87	17	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M199	1	max	12.00	29	8.51	4	0.86	25	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M199	1	min	-12.00	45	0.60	5	-0.86	7	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M199	2	max	12.00	29	-0.60	25	0.86	23	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M199	2	min	-12.00	45	-8.51	4	-0.86	9	0.00	35	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 5 - VIGAS ATADO INTERMEDIAS PÓRTICO ARRIOSTRADO TRAMO 1

Sección: HEA-160

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	70.96	0.45	1.04	0.01	0.00	0.00
min	-73.08					

Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC	
M88	1	max	70.79	29	0.45	9	1.04	17	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M88	1	min	-73.08	45	0.24	23	-1.04	15	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M88	2	max	70.95	40	-0.24	23	1.04	15	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M88	2	min	-72.73	34	-0.45	9	-1.04	17	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M89	1	max	70.79	29	0.45	7	1.04	17	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M89	1	min	-73.08	45	0.24	25	-1.04	15	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M89	2	max	70.95	40	-0.24	25	1.04	15	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M89	2	min	-72.73	34	-0.45	7	-1.04	17	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M90	1	max	70.67	29	0.45	9	0.82	17	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M90	1	min	-72.85	45	0.23	23	-0.82	15	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M90	2	max	70.96	40	-0.23	23	0.82	15	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M90	2	min	-72.64	34	-0.45	9	-0.82	17	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M91	1	max	70.67	29	0.45	7	0.82	17	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M91	1	min	-72.85	45	0.23	25	-0.82	15	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M91	2	max	70.96	40	-0.23	25	0.82	15	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M91	2	min	-72.64	34	-0.45	7	-0.82	17	-0.01	46	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 6 y 7 - ARRIOSTRADOS VERTICALES TRAMO 1

Sección: 1/2 HEA-200

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	105.62	0.00	0.40	0.01	0.00	0.00
min	-102.81					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M92	1	max	100.52	40	0.00	47	-0.24	25	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M92	1	min	-96.77	34	0.00	3	-0.40	3	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M92	2	max	99.95	40	0.00	47	0.40	19	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M92	2	min	-97.34	34	0.00	3	0.24	5	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M93	1	max	99.57	29	0.00	47	-0.24	25	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M93	1	min	-97.68	45	0.00	3	-0.40	3	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M93	2	max	100.14	29	0.00	47	0.40	19	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M93	2	min	-97.11	45	0.00	3	0.24	5	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M94	1	max	105.62	40	0.00	47	-0.24	25	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M94	1	min	-101.86	34	0.00	3	-0.40	3	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M94	2	max	105.01	40	0.00	47	0.40	19	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M94	2	min	-102.47	34	0.00	3	0.24	5	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M95	1	max	104.62	29	0.00	47	-0.24	25	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M95	1	min	-102.81	45	0.00	3	-0.40	3	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M95	2	max	105.23	29	0.00	47	0.40	19	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M95	2	min	-102.20	45	0.00	3	0.24	5	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M96	1	max	105.26	40	0.00	47	-0.24	25	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M96	1	min	-101.49	34	0.00	3	-0.40	3	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M96	2	max	104.65	40	0.00	47	0.40	19	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M96	2	min	-102.10	34	0.00	3	0.24	5	-0.01	35	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M97	1	max	104.26	29	0.00	47	-0.24	25	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M97	1	min	-102.44	45	0.00	3	-0.40	3	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M97	2	max	104.87	29	0.00	47	0.40	19	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M97	2	min	-101.83	45	0.00	3	0.24	5	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M98	1	max	104.87	29	0.00	47	-0.24	25	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M98	1	min	-101.83	45	0.00	3	-0.40	3	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M98	2	max	104.26	29	0.00	47	0.40	19	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M98	2	min	-102.44	45	0.00	3	0.24	5	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M99	1	max	104.65	40	0.00	47	-0.24	25	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M99	1	min	-102.10	34	0.00	3	-0.40	3	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M99	2	max	105.26	40	0.00	47	0.40	19	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M99	2	min	-101.49	34	0.00	3	0.24	5	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M100	1	max	105.23	29	0.00	47	-0.24	25	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M100	1	min	-102.20	45	0.00	3	-0.40	3	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M100	2	max	104.62	29	0.00	47	0.40	19	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M100	2	min	-102.81	45	0.00	3	0.24	5	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M101	1	max	105.01	40	0.00	47	-0.24	25	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M101	1	min	-102.47	34	0.00	3	-0.40	3	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M101	2	max	105.62	40	0.00	47	0.40	19	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M101	2	min	-101.86	34	0.00	3	0.24	5	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M102	1	max	100.14	29	0.00	47	-0.24	25	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M102	1	min	-97.11	45	0.00	3	-0.40	3	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M102	2	max	99.57	29	0.00	47	0.40	19	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M102	2	min	-97.68	45	0.00	3	0.24	5	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M103	1	max	99.95	40	0.00	47	-0.24	25	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M103	1	min	-97.34	34	0.00	3	-0.40	3	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M103	2	max	100.52	40	0.00	47	0.40	19	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M103	2	min	-96.77	34	0.00	3	0.24	5	-0.01	46	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 8 - VIGAS SUPERIORES PORTICOS VIGAS EN CELOSÍA TRAMO 1

Sección: HEB-180

UNIÓN RÍGIDA

		Axial (KN)		y Shear (KN)		z Shear (KN)		Torque (KN m)		y-y Moment (KN m)		z-z Moment (KN m)		
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	
Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC	
M67	1	max	13.23	19	52.00	43	6.08	20	0.00	43	3.77	21	88.14	42
M67	1	min	-1.23	33	-17.99	35	-6.08	19	0.00	35	-3.77	20	-63.03	36
M67	2	max	13.23	19	17.99	32	6.08	21	0.00	43	3.77	21	88.14	42
M67	2	min	-1.23	33	-52.00	46	-6.08	18	0.00	35	-3.77	20	-63.03	36
M68	1	max	13.20	18	51.50	43	6.08	20	0.00	43	3.77	21	86.90	42
M68	1	min	-1.49	33	-17.49	35	-6.08	19	0.00	35	-3.77	20	-61.79	36
M68	2	max	13.20	18	17.49	32	6.08	21	0.00	43	3.77	21	86.90	42
M68	2	min	-1.49	33	-51.50	46	-6.08	18	0.00	35	-3.77	20	-61.79	36



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 9 - VIGAS INFERIORES PORTICOS VIGAS EN CELOSÍA TRAMO 1

Sección: HEA-160

UNIÓN RÍGIDA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	-2.70	19.85	0.86	0.00	0.23	48.63
min	-10.50					

Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC	
M82	1	max	-2.70	10	19.52	43	0.86	24	0.00	43	0.23	42	47.79	42
M82	1	min	-10.49	15	-18.02	35	-0.86	6	0.00	35	-0.22	36	-46.22	36
M82	2	max	-2.70	10	18.02	43	0.86	22	0.00	43	0.23	42	47.79	42
M82	2	min	-10.49	15	-19.52	35	-0.86	8	0.00	35	-0.22	36	-46.22	36
M83	1	max	-2.70	12	19.85	43	0.86	24	0.00	43	0.23	31	48.63	42
M83	1	min	-10.50	15	-18.36	35	-0.86	6	0.00	35	-0.23	47	-47.05	36
M83	2	max	-2.70	12	18.36	43	0.86	22	0.00	43	0.23	31	48.63	42
M83	2	min	-10.50	15	-19.85	35	-0.86	8	0.00	35	-0.23	47	-47.05	36



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 10 - VIGAS SUPERIORES PORTICOS

Sección: HEB-180

UNIÓN RÍGIDA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	13.17	46.21	8.10	0.00	0.12	49.49
min	1.35					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M63	1	max	11.91	17	40.59	17	7.29	20	0.00	17	0.11	21	45.79	43
M63	1	min	1.46	11	0.87	35	-7.29	19	0.00	15	-0.11	18	-19.11	35
M63	2	max	11.91	15	-0.87	32	7.29	21	0.00	17	0.11	21	45.79	43
M63	2	min	1.46	13	-40.59	15	-7.29	18	0.00	15	-0.11	18	-19.11	35
M64	1	max	13.17	17	45.77	17	8.10	20	0.00	17	0.12	21	49.49	43
M64	1	min	1.58	11	1.40	35	-8.10	19	0.00	15	-0.12	18	-19.97	35
M64	2	max	13.17	15	-1.40	32	8.10	21	0.00	17	0.12	21	49.49	43
M64	2	min	1.58	13	-45.77	15	-8.10	18	0.00	15	-0.12	18	-19.97	35
M65	1	max	13.17	17	46.21	17	8.10	20	0.00	17	0.12	21	50.27	43
M65	1	min	1.57	11	1.09	35	-8.10	19	0.00	15	-0.12	18	-20.76	35
M65	2	max	13.17	15	-1.09	32	8.10	21	0.00	17	0.12	21	50.27	43
M65	2	min	1.57	13	-46.21	15	-8.10	18	0.00	15	-0.12	18	-20.76	35
M66	1	max	13.16	17	46.21	17	8.10	20	0.00	17	0.12	19	50.26	42
M66	1	min	1.57	11	1.09	35	-8.10	19	0.00	15	-0.12	20	-20.75	36
M66	2	max	13.16	15	-1.09	32	8.10	21	0.00	17	0.12	19	50.26	42
M66	2	min	1.57	13	-46.21	15	-8.10	18	0.00	15	-0.12	20	-20.75	36



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M180	1	max	10.85	15	36.94	15	6.62	21	0.00	43	0.10	20	42.91	42
M180	1	min	1.35	13	0.35	35	-6.62	18	0.00	35	-0.10	19	-18.58	36
M180	2	max	10.85	17	-0.35	32	6.62	20	0.00	43	0.10	20	42.91	42
M180	2	min	1.35	11	-36.94	17	-6.62	19	0.00	35	-0.10	19	-18.58	36
M183	1	max	11.06	15	38.82	15	6.75	21	0.00	43	0.10	20	44.59	42
M183	1	min	1.37	13	0.02	35	-6.75	18	0.00	35	-0.10	19	-19.79	36
M183	2	max	11.06	17	-0.02	32	6.75	20	0.00	43	0.10	20	44.59	42
M183	2	min	1.37	11	-38.82	17	-6.75	19	0.00	35	-0.10	19	-19.79	36
M184	1	max	11.05	15	38.81	15	6.75	21	0.00	43	0.10	18	44.60	43
M184	1	min	1.36	13	0.01	35	-6.75	18	0.00	35	-0.10	21	-19.80	35
M184	2	max	11.05	17	-0.01	32	6.75	20	0.00	43	0.10	18	44.60	43
M184	2	min	1.36	11	-38.81	17	-6.75	19	0.00	35	-0.10	21	-19.80	35
M185	1	max	11.07	15	37.63	15	6.75	21	0.00	43	0.10	20	43.48	43
M185	1	min	1.37	13	0.46	35	-6.75	18	0.00	35	-0.10	19	-18.68	35
M185	2	max	11.07	17	-0.46	32	6.75	20	0.00	43	0.10	20	43.48	43
M185	2	min	1.37	11	-37.63	17	-6.75	19	0.00	35	-0.10	19	-18.68	35



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 11 - VIGAS INFERIORES PORTICOS

Sección: HEA-160

UNIÓN RÍGIDA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	-2.66	15.48	0.86	0.00	0.12	38.30
min	-12.82					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M84	1	max	-3.20	12	15.47	43	0.86	24	0.00	17	0.12	21	38.29	42
M84	1	min	-12.82	15	-13.98	35	-0.86	6	0.00	15	-0.12	18	-35.87	36
M84	2	max	-3.20	12	13.98	43	0.86	22	0.00	17	0.12	21	38.29	42
M84	2	min	-12.82	15	-15.47	35	-0.86	8	0.00	15	-0.12	18	-35.87	36
M85	1	max	-3.20	10	15.48	43	0.86	24	0.00	17	0.12	19	38.30	43
M85	1	min	-12.82	15	-13.98	35	-0.86	6	0.00	15	-0.12	20	-35.88	35
M85	2	max	-3.20	10	13.98	43	0.86	22	0.00	17	0.12	19	38.30	43
M85	2	min	-12.82	15	-15.48	35	-0.86	8	0.00	15	-0.12	20	-35.88	35
M86	1	max	-3.20	12	14.99	43	0.86	24	0.00	17	0.12	21	37.08	43
M86	1	min	-12.81	15	-13.50	35	-0.86	6	0.00	15	-0.12	18	-34.67	35
M86	2	max	-3.20	12	13.50	43	0.86	22	0.00	17	0.12	21	37.08	43
M86	2	min	-12.81	15	-14.99	35	-0.86	8	0.00	15	-0.12	18	-34.67	35



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M87	1	max	-2.91	12	14.19	43	0.86	24	0.00	17	0.11	21	34.99	43
M87	1	min	-11.57	15	-12.70	35	-0.86	6	0.00	15	-0.11	18	-32.70	35
M87	2	max	-2.91	12	12.70	43	0.86	22	0.00	17	0.11	21	34.99	43
M87	2	min	-11.57	15	-14.19	35	-0.86	8	0.00	15	-0.11	18	-32.70	35
M186	1	max	-2.66	12	13.62	43	0.86	24	0.00	43	0.10	21	33.49	42
M186	1	min	-10.54	15	-12.12	35	-0.86	6	0.00	35	-0.10	18	-31.30	36
M186	2	max	-2.66	12	12.12	43	0.86	22	0.00	43	0.10	21	33.49	42
M186	2	min	-10.54	15	-13.62	35	-0.86	8	0.00	35	-0.10	18	-31.30	36
M189	1	max	-2.71	12	14.36	43	0.86	24	0.00	43	0.10	21	35.36	42
M189	1	min	-10.76	15	-12.87	35	-0.86	6	0.00	35	-0.10	18	-33.15	36
M189	2	max	-2.71	12	12.87	43	0.86	22	0.00	43	0.10	21	35.36	42
M189	2	min	-10.76	15	-14.36	35	-0.86	8	0.00	35	-0.10	18	-33.15	36
M190	1	max	-2.71	10	14.36	43	0.86	24	0.00	43	0.10	19	35.36	43
M190	1	min	-10.76	15	-12.87	35	-0.86	6	0.00	35	-0.10	20	-33.15	35
M190	2	max	-2.71	10	12.87	43	0.86	22	0.00	43	0.10	19	35.36	43
M190	2	min	-10.76	15	-14.36	35	-0.86	8	0.00	35	-0.10	20	-33.15	35
M191	1	max	-2.71	12	13.73	43	0.86	24	0.00	43	0.10	21	33.78	43
M191	1	min	-10.75	15	-12.23	35	-0.86	6	0.00	35	-0.10	18	-31.57	35
M191	2	max	-2.71	12	12.23	43	0.86	22	0.00	43	0.10	21	33.78	43
M191	2	min	-10.75	15	-13.73	35	-0.86	8	0.00	35	-0.10	18	-31.57	35



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 12 y 13 - ARRIOSTRADO VERTICAL CORDÓN INFERIOR VIGA EN CELOSÍA TRAMO 1

Sección: L 80.10

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	33.87	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
min	2.37					

Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC	
M235	1	max	33.87	17	0.20	19	0.00	47	0.00	10	0.00	47	0.00	47
M235	1	min	2.53	34	0.12	5	0.00	3	0.00	12	0.00	3	0.00	3
M235	2	max	33.65	17	-0.12	25	0.00	47	0.00	10	0.00	47	0.00	47
M235	2	min	2.37	34	-0.20	3	0.00	3	0.00	12	0.00	3	0.00	3
M236	1	max	33.65	15	0.20	19	0.00	47	0.00	12	0.00	47	0.00	47
M236	1	min	2.37	34	0.12	5	0.00	3	0.00	10	0.00	3	0.00	3
M236	2	max	33.87	15	-0.12	25	0.00	47	0.00	12	0.00	47	0.00	47
M236	2	min	2.53	34	-0.20	3	0.00	3	0.00	10	0.00	3	0.00	3

UNIÓN TIPO 13 - VIGAS TRANSVERSALES ARRIOSTRADO CORDÓN INFERIOR VIGA EN CELOSÍA TRAMO 1

Sección: HEB-180

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	-2.82	1.70	1.05	0.00	0.00	0.00
min	-25.30					

Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC	
M233	1	max	-2.82	30	1.70	19	1.05	24	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M233	1	min	-25.30	18	1.01	5	-1.05	6	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M233	2	max	-2.82	30	-1.01	25	1.05	22	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M233	2	min	-25.30	18	-1.70	3	-1.05	8	0.00	35	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 14 - VIGAS TRANSVERSALES VIGA EN CELOSÍA TRAMO 1

Sección: HEB-180

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	14.77	24.01	1.81	0.00	0.00	0.00
min	-36.53					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M69	1	max	14.77	31	22.48	19	1.69	18	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M69	1	min	-15.08	47	3.25	34	-1.46	21	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M69	2	max	14.77	31	-3.25	29	1.46	21	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M69	2	min	-15.08	47	-22.48	19	-1.69	18	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M70	1	max	-1.46	29	24.01	40	1.81	18	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M70	1	min	-34.96	17	0.20	34	-1.38	21	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M70	2	max	-1.46	29	-0.20	29	1.38	21	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M70	2	min	-34.96	15	-24.01	45	-1.81	18	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M71	1	max	2.56	31	9.12	15	1.53	18	0.00	19	0.00	47	0.00	47
M71	1	min	-2.69	47	2.44	13	-1.53	21	0.00	18	0.00	3	0.00	3
M71	2	max	2.56	31	-2.44	11	1.53	21	0.00	18	0.00	47	0.00	47
M71	2	min	-2.69	47	-9.12	17	-1.53	18	0.00	19	0.00	3	0.00	3
M72	1	max	0.90	29	23.99	40	1.35	20	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M72	1	min	-36.53	45	0.21	34	-1.77	19	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M72	2	max	0.90	29	-0.21	29	1.77	19	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M72	2	min	-36.53	45	-23.99	45	-1.35	20	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M73	1	max	14.72	31	22.48	18	1.43	20	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M73	1	min	-15.02	47	3.27	34	-1.65	19	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M73	2	max	14.72	31	-3.27	29	1.65	19	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M73	2	min	-15.02	47	-22.48	18	-1.43	20	0.00	47	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 15 y 14 - ARRIOSTRADO HORIZONTAL VIGA EN CELOSÍA TRAMO 1

Sección: 1/2 HEA-200

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	55.84	0.52	0.00	0.01	0.00	0.00
min	-28.60					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M104	1	max	28.80	42	0.52	19	0.00	47	0.01	31	0.00	47	0.00	47
M104	1	min	-28.60	36	0.31	5	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M104	2	max	28.80	42	-0.31	25	0.00	47	0.01	31	0.00	47	0.00	47
M104	2	min	-28.60	36	-0.52	3	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M105	1	max	28.80	42	0.52	19	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M105	1	min	-28.60	36	0.31	5	0.00	3	-0.01	36	0.00	3	0.00	3
M105	2	max	28.80	42	-0.31	25	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M105	2	min	-28.60	36	-0.52	3	0.00	3	-0.01	36	0.00	3	0.00	3
M106	1	max	19.17	42	0.52	19	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M106	1	min	-18.78	36	0.31	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M106	2	max	19.17	42	-0.31	25	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M106	2	min	-18.78	36	-0.52	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M107	1	max	19.17	42	0.52	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M107	1	min	-18.78	36	0.31	5	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M107	2	max	19.17	42	-0.31	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M107	2	min	-18.78	36	-0.52	3	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M108	1	max	52.79	15	0.52	19	0.00	47	0.00	17	0.00	47	0.00	47
M108	1	min	3.67	34	0.31	5	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M108	2	max	52.79	15	-0.31	25	0.00	47	0.00	17	0.00	47	0.00	47
M108	2	min	3.67	34	-0.52	3	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M109	1	max	52.79	17	0.52	19	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M109	1	min	3.67	34	0.31	5	0.00	3	0.00	15	0.00	3	0.00	3
M109	2	max	52.79	17	-0.31	25	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M109	2	min	3.67	34	-0.52	3	0.00	3	0.00	15	0.00	3	0.00	3
M110	1	max	28.71	42	0.52	19	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M110	1	min	-28.50	36	0.31	5	0.00	3	-0.01	36	0.00	3	0.00	3
M110	2	max	28.71	42	-0.31	25	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M110	2	min	-28.50	36	-0.52	3	0.00	3	-0.01	36	0.00	3	0.00	3
M111	1	max	28.71	42	0.52	19	0.00	47	0.01	31	0.00	47	0.00	47
M111	1	min	-28.50	36	0.31	5	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M111	2	max	28.71	42	-0.31	25	0.00	47	0.01	31	0.00	47	0.00	47
M111	2	min	-28.50	36	-0.52	3	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M112	1	max	19.03	42	0.52	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M112	1	min	-18.63	36	0.31	5	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M112	2	max	19.03	42	-0.31	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M112	2	min	-18.63	36	-0.52	3	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M113	1	max	19.03	42	0.52	19	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M113	1	min	-18.63	36	0.31	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M113	2	max	19.03	42	-0.31	25	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M113	2	min	-18.63	36	-0.52	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M114	1	max	55.84	40	0.52	19	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M114	1	min	0.00	34	0.31	5	0.00	3	0.00	17	0.00	3	0.00	3
M114	2	max	55.84	40	-0.31	25	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M114	2	min	0.00	34	-0.52	3	0.00	3	0.00	17	0.00	3	0.00	3
M115	1	max	55.84	40	0.52	19	0.00	47	0.00	15	0.00	47	0.00	47
M115	1	min	0.00	34	0.31	5	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M115	2	max	55.84	40	-0.31	25	0.00	47	0.00	15	0.00	47	0.00	47
M115	2	min	0.00	34	-0.52	3	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 16 - CORDONES VIGA EN CELOSÍA TRAMO 2

Sección: HEB-220

UNIÓN RÍGIDA

		Axial (KN)		y Shear (KN)		z Shear (KN)		Torque (KN m)		y-y Moment (KN m)		z-z Moment (KN m)	
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
		180.87	-74.04	12.12		2.36		0.18		4.01		20.93	
Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M128	1	max 131.98	40	9.08	18	1.36	20	0.08	11	4.01	21	12.11	18
M128	1	min -22.86	34	1.90	34	-1.36	21	-0.11	17	-4.01	20	2.07	34
M128	2	max 180.87	40	-2.70	29	1.34	20	0.11	17	4.01	20	11.92	19
M128	2	min -74.04	34	-9.28	19	-1.37	21	-0.08	11	-4.01	21	2.96	34
M129	1	max -0.61	10	12.12	19	2.35	17	0.18	42	0.73	31	18.12	19
M129	1	min -12.29	16	3.18	34	-2.34	15	-0.17	36	-0.74	47	3.97	34
M129	2	max -0.18	12	-0.95	29	2.35	15	0.17	31	0.75	31	20.93	40
M129	2	min -10.49	14	-13.71	45	-2.36	17	-0.18	47	-0.76	47	0.84	34
M130	1	max 131.98	40	9.08	18	1.36	21	0.11	15	4.01	20	12.11	18
M130	1	min -22.86	34	1.90	34	-1.36	20	-0.08	13	-4.01	21	2.07	34
M130	2	max 180.87	40	-2.70	29	1.37	21	0.08	13	4.01	21	11.92	19
M130	2	min -74.04	34	-9.28	19	-1.34	20	-0.11	15	-4.01	20	2.96	34
M131	1	max -0.61	10	12.12	19	2.34	17	0.17	31	0.74	42	18.12	19
M131	1	min -12.29	16	3.18	34	-2.35	15	-0.18	47	-0.73	36	3.97	34
M131	2	max -0.18	12	-0.95	29	2.36	15	0.18	42	0.76	42	20.93	40
M131	2	min -10.49	14	-13.71	45	-2.35	17	-0.17	36	-0.75	36	0.84	34



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 17 - DIAGONALES VIGA EN CELOSÍA TRAMO 2

Sección: L 80.10

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	-3.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00
min	-124.57					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M156	1	max	-23.15	29	0.15	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M156	1	min	-115.15	17	0.09	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M156	2	max	-22.94	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M156	2	min	-114.87	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M157	1	max	-23.51	29	0.15	19	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M157	1	min	-124.57	17	0.09	5	0.00	3	0.00	17	0.00	3	0.00	3
M157	2	max	-23.31	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M157	2	min	-124.29	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	17	0.00	3	0.00	3
M158	1	max	-14.70	29	0.15	19	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M158	1	min	-87.72	17	0.09	5	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M158	2	max	-14.49	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M158	2	min	-87.44	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M159	1	max	-10.55	29	0.15	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M159	1	min	-73.94	17	0.09	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M159	2	max	-10.34	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M159	2	min	-73.66	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M160	1	max	-6.28	29	0.15	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M160	1	min	-37.44	17	0.09	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M160	2	max	-6.07	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M160	2	min	-37.15	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES



Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández

DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M161	1	max	-3.21	29	0.15	19	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M161	1	min	-22.16	17	0.09	5	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M161	2	max	-3.00	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M161	2	min	-21.88	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M162	1	max	-3.38	29	0.15	19	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M162	1	min	-22.23	17	0.09	5	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M162	2	max	-3.59	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M162	2	min	-22.52	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M163	1	max	-6.47	29	0.15	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M163	1	min	-37.49	17	0.09	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M163	2	max	-6.68	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M163	2	min	-37.77	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M164	1	max	-10.68	29	0.15	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M164	1	min	-73.53	17	0.09	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M164	2	max	-10.89	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M164	2	min	-73.81	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M165	1	max	-14.67	29	0.15	19	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M165	1	min	-86.69	17	0.09	5	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M165	2	max	-14.87	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M165	2	min	-86.98	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M166	1	max	-23.80	29	0.15	19	0.00	47	0.00	17	0.00	47	0.00	47
M166	1	min	-124.05	17	0.09	5	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M166	2	max	-24.01	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	17	0.00	47	0.00	47
M166	2	min	-124.33	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M167	1	max	-25.53	29	0.15	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M167	1	min	-114.36	17	0.09	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M167	2	max	-25.74	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M167	2	min	-114.64	17	-0.15	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M168	1	max	-23.15	29	0.15	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M168	1	min	-115.15	15	0.09	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M168	2	max	-22.94	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M168	2	min	-114.87	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M169	1	max	-23.51	29	0.15	19	0.00	47	0.00	15	0.00	47	0.00	47
M169	1	min	-124.57	15	0.09	5	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M169	2	max	-23.31	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	15	0.00	47	0.00	47
M169	2	min	-124.29	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M170	1	max	-14.70	29	0.15	19	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M170	1	min	-87.72	15	0.09	5	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M170	2	max	-14.49	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M170	2	min	-87.44	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M171	1	max	-10.55	29	0.15	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M171	1	min	-73.94	15	0.09	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M171	2	max	-10.34	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M171	2	min	-73.66	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M172	1	max	-6.28	29	0.15	19	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M172	1	min	-37.44	15	0.09	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M172	2	max	-6.07	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M172	2	min	-37.15	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M173	1	max	-3.21	29	0.15	19	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M173	1	min	-22.16	15	0.09	5	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M173	2	max	-3.00	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M173	2	min	-21.88	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M174	1	max	-3.38	29	0.15	19	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M174	1	min	-22.23	15	0.09	5	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M174	2	max	-3.59	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M174	2	min	-22.52	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M175	1	max	-6.47	29	0.15	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M175	1	min	-37.49	15	0.09	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M175	2	max	-6.68	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M175	2	min	-37.77	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M176	1	max	-10.68	29	0.15	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M176	1	min	-73.53	15	0.09	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M176	2	max	-10.89	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M176	2	min	-73.81	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M177	1	max	-14.67	29	0.15	19	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M177	1	min	-86.69	15	0.09	5	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M177	2	max	-14.87	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M177	2	min	-86.98	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M178	1	max	-23.80	29	0.15	19	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M178	1	min	-124.05	15	0.09	5	0.00	3	0.00	15	0.00	3	0.00	3
M178	2	max	-24.01	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M178	2	min	-124.33	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	15	0.00	3	0.00	3
M179	1	max	-25.53	29	0.15	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M179	1	min	-114.36	15	0.09	5	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M179	2	max	-25.74	29	-0.09	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M179	2	min	-114.64	15	-0.15	3	0.00	3	0.00	47	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 18 - MONTANTES VIGA EN CELOSÍA TRAMO 2

Sección: HEA-120

UNIÓN RÍGIDA

		Axial (KN)		y Shear (KN)		z Shear (KN)		Torque (KN m)		y-y Moment (KN m)		z-z Moment (KN m)		
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	
Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC	
M132	1	max	85.18	17	-0.78	29	0.02	11	0.02	42	0.05	31	-0.71	29
M132	1	min	17.38	34	-4.07	17	-0.03	17	-0.02	36	-0.06	15	-3.65	17
M132	2	max	84.71	17	-0.78	29	0.02	11	0.02	42	0.05	31	3.68	17
M132	2	min	17.02	34	-4.07	17	-0.03	17	-0.02	36	-0.07	47	0.69	34
M133	1	max	85.18	15	-0.78	29	0.03	15	0.02	31	0.06	17	-0.71	29
M133	1	min	17.38	34	-4.07	15	-0.02	13	-0.02	47	-0.05	36	-3.65	15
M133	2	max	84.71	15	-0.78	29	0.03	15	0.02	31	0.07	42	3.68	15
M133	2	min	17.02	34	-4.07	15	-0.02	13	-0.02	47	-0.05	36	0.69	34
M134	1	max	87.81	17	-0.56	29	0.06	11	0.02	42	0.05	13	-0.51	29
M134	1	min	15.63	34	-3.34	17	-0.06	13	-0.02	36	-0.05	11	-3.03	17
M134	2	max	87.34	17	-0.56	29	0.06	11	0.02	42	0.05	11	2.99	17
M134	2	min	15.28	34	-3.34	17	-0.06	13	-0.02	36	-0.05	13	0.50	34
M135	1	max	87.81	15	-0.56	29	0.06	11	0.02	31	0.05	13	-0.51	29
M135	1	min	15.63	34	-3.34	15	-0.06	13	-0.02	47	-0.05	11	-3.03	15
M135	2	max	87.34	15	-0.56	29	0.06	11	0.02	31	0.05	11	2.99	15
M135	2	min	15.28	34	-3.34	15	-0.06	13	-0.02	47	-0.05	13	0.50	34



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M136	1	max	57.54	17	-0.33	29	0.05	11	0.01	42	0.05	13	-0.31	29
M136	1	min	9.05	34	-2.59	45	-0.05	13	-0.01	36	-0.05	11	-2.35	45
M136	2	max	57.06	17	-0.33	29	0.05	11	0.01	42	0.05	11	2.31	40
M136	2	min	8.70	34	-2.59	45	-0.05	13	-0.01	36	-0.05	13	0.29	34
M137	1	max	57.54	15	-0.33	29	0.05	11	0.01	31	0.05	13	-0.31	29
M137	1	min	9.05	34	-2.59	45	-0.05	13	-0.01	47	-0.05	11	-2.35	45
M137	2	max	57.06	15	-0.33	29	0.05	11	0.01	31	0.05	11	2.31	40
M137	2	min	8.70	34	-2.59	45	-0.05	13	-0.01	47	-0.05	13	0.29	34
M138	1	max	52.57	17	-0.21	29	0.04	31	0.01	42	0.04	42	-0.19	29
M138	1	min	6.55	34	-1.79	17	-0.04	47	-0.01	36	-0.03	36	-1.64	17
M138	2	max	52.09	17	-0.21	29	0.04	31	0.01	42	0.03	31	1.59	17
M138	2	min	6.20	34	-1.79	17	-0.04	47	-0.01	36	-0.03	47	0.18	34
M139	1	max	52.57	15	-0.21	29	0.04	42	0.01	31	0.03	31	-0.19	29
M139	1	min	6.55	34	-1.79	15	-0.04	36	-0.01	47	-0.04	47	-1.64	15
M139	2	max	52.09	15	-0.21	29	0.04	42	0.01	31	0.03	42	1.59	15
M139	2	min	6.20	34	-1.79	15	-0.04	36	-0.01	47	-0.03	36	0.18	34
M140	1	max	21.49	17	-0.07	29	0.02	31	0.01	11	0.02	42	-0.07	29
M140	1	min	3.45	34	-0.96	17	-0.02	47	-0.01	13	-0.02	36	-0.90	17
M140	2	max	21.02	17	-0.07	29	0.02	31	0.01	11	0.02	31	0.83	17
M140	2	min	3.10	34	-0.96	17	-0.02	47	-0.01	13	-0.02	47	0.06	34
M141	1	max	21.49	15	-0.07	29	0.02	42	0.01	11	0.02	31	-0.07	29
M141	1	min	3.45	34	-0.96	15	-0.02	36	-0.01	13	-0.02	47	-0.90	15
M141	2	max	21.02	15	-0.07	29	0.02	42	0.01	11	0.02	42	0.83	15
M141	2	min	3.10	34	-0.96	15	-0.02	36	-0.01	13	-0.02	36	0.06	34



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M142	1	max	10.69	15	0.03	16	0.05	13	0.00	10	0.04	11	0.03	16
M142	1	min	1.52	34	-0.02	10	-0.05	11	0.00	12	-0.04	13	-0.02	10
M142	2	max	10.21	15	0.03	16	0.05	13	0.00	10	0.04	13	0.02	10
M142	2	min	1.17	34	-0.02	10	-0.05	11	0.00	12	-0.04	11	-0.02	16
M143	1	max	10.69	17	0.03	16	0.05	13	0.00	12	0.04	11	0.03	16
M143	1	min	1.52	34	-0.02	10	-0.05	11	0.00	10	-0.04	13	-0.02	10
M143	2	max	10.21	17	0.03	16	0.05	13	0.00	12	0.04	13	0.02	10
M143	2	min	1.17	34	-0.02	10	-0.05	11	0.00	10	-0.04	11	-0.02	16
M144	1	max	21.67	17	0.97	17	0.02	31	0.01	13	0.02	42	0.91	17
M144	1	min	3.72	34	0.09	34	-0.02	47	-0.01	11	-0.02	36	0.08	34
M144	2	max	21.20	17	0.97	17	0.02	31	0.01	13	0.02	31	-0.07	29
M144	2	min	3.37	34	0.09	34	-0.02	47	-0.01	11	-0.02	47	-0.84	17
M145	1	max	21.67	15	0.97	15	0.02	42	0.01	13	0.02	31	0.91	15
M145	1	min	3.72	34	0.09	34	-0.02	36	-0.01	11	-0.02	47	0.08	34
M145	2	max	21.20	15	0.97	15	0.02	42	0.01	13	0.02	42	-0.07	29
M145	2	min	3.37	34	0.09	34	-0.02	36	-0.01	11	-0.02	36	-0.84	15
M146	1	max	53.09	17	1.80	17	0.04	31	0.01	31	0.04	42	1.65	17
M146	1	min	6.87	34	0.21	34	-0.04	47	-0.01	47	-0.04	36	0.19	34
M146	2	max	52.62	17	1.80	17	0.04	31	0.01	31	0.03	31	-0.18	29
M146	2	min	6.52	34	0.21	34	-0.04	47	-0.01	47	-0.04	47	-1.60	17
M147	1	max	53.09	15	1.80	15	0.04	42	0.01	42	0.04	31	1.65	15
M147	1	min	6.87	34	0.21	34	-0.04	36	-0.01	36	-0.04	47	0.19	34
M147	2	max	52.62	15	1.80	15	0.04	42	0.01	42	0.04	42	-0.18	29
M147	2	min	6.52	34	0.21	34	-0.04	36	-0.01	36	-0.03	36	-1.60	15
M148	1	max	55.82	17	2.53	40	0.05	11	0.01	31	0.05	13	2.27	40
M148	1	min	8.94	34	0.32	34	-0.05	13	-0.01	47	-0.05	11	0.29	34
M148	2	max	55.34	17	2.53	40	0.05	11	0.01	31	0.05	11	-0.29	29
M148	2	min	8.59	34	0.32	34	-0.05	13	-0.01	47	-0.05	13	-2.30	45



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M149	1	max	55.82	15	2.53	40	0.05	11	0.01	42	0.05	13	2.27	40
M149	1	min	8.94	34	0.32	34	-0.05	13	-0.01	36	-0.05	11	0.29	34
M149	2	max	55.34	15	2.53	40	0.05	11	0.01	42	0.05	11	-0.29	29
M149	2	min	8.59	34	0.32	34	-0.05	13	-0.01	36	-0.05	13	-2.30	45
M150	1	max	44.82	17	2.94	17	0.03	11	0.02	31	0.03	13	2.67	17
M150	1	min	8.33	34	0.47	34	-0.03	13	-0.02	47	-0.03	11	0.43	34
M150	2	max	44.34	17	2.94	17	0.03	11	0.02	31	0.02	11	-0.42	29
M150	2	min	7.98	34	0.47	34	-0.03	13	-0.02	47	-0.03	13	-2.62	17
M151	1	max	44.82	15	2.94	15	0.03	11	0.02	42	0.03	13	2.67	15
M151	1	min	8.33	34	0.47	34	-0.03	13	-0.02	36	-0.03	11	0.43	34
M151	2	max	44.34	15	2.94	15	0.03	11	0.02	42	0.03	11	-0.42	29
M151	2	min	7.98	34	0.47	34	-0.03	13	-0.02	36	-0.02	13	-2.62	15
M152	1	max	44.82	17	2.94	17	0.03	11	0.02	31	0.03	13	2.67	17
M152	1	min	8.33	34	0.47	34	-0.03	13	-0.02	47	-0.03	11	0.43	34
M152	2	max	44.34	17	2.94	17	0.03	11	0.02	31	0.02	11	-0.42	29
M152	2	min	7.98	34	0.47	34	-0.03	13	-0.02	47	-0.03	13	-2.62	17
M153	1	max	44.82	15	2.94	15	0.03	11	0.02	42	0.03	13	2.67	15
M153	1	min	8.33	34	0.47	34	-0.03	13	-0.02	36	-0.03	11	0.43	34
M153	2	max	44.34	15	2.94	15	0.03	11	0.02	42	0.03	11	-0.42	29
M153	2	min	7.98	34	0.47	34	-0.03	13	-0.02	36	-0.02	13	-2.62	15
M154	1	max	84.28	17	4.03	17	0.02	11	0.02	31	0.05	31	3.66	17
M154	1	min	16.63	34	0.74	34	-0.03	17	-0.02	47	-0.06	47	0.66	34
M154	2	max	83.80	17	4.03	17	0.02	11	0.02	31	0.05	31	-0.67	29
M154	2	min	16.28	34	0.74	34	-0.03	17	-0.02	47	-0.07	47	-3.60	17
M155	1	max	84.28	15	4.03	15	0.03	15	0.02	42	0.06	42	3.66	15
M155	1	min	16.63	34	0.74	34	-0.02	13	-0.02	36	-0.05	36	0.66	34
M155	2	max	83.80	15	4.03	15	0.03	15	0.02	42	0.07	42	-0.67	29
M155	2	min	16.28	34	0.74	34	-0.02	13	-0.02	36	-0.05	36	-3.60	15



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 19 - VIGAS ATADO INTERMEDIAS PÓRTICO ARRIOSTRADO TRAMO 2

Sección: HEA-160

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	76.32	0.37	0.87	0.01	0.00	0.00
min	-77.96					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M200	1	max	75.99	29	0.37	9	0.87	17	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M200	1	min	-77.96	45	0.18	23	-0.87	15	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M200	2	max	76.32	40	-0.18	23	0.87	15	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M200	2	min	-77.33	34	-0.37	9	-0.87	17	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M201	1	max	75.70	29	0.36	9	0.68	17	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M201	1	min	-77.60	45	0.17	23	-0.68	15	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M201	2	max	76.25	40	-0.17	23	0.68	15	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M201	2	min	-77.20	34	-0.36	9	-0.68	17	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M202	1	max	75.99	29	0.37	7	0.87	17	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M202	1	min	-77.96	45	0.18	25	-0.87	15	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M202	2	max	76.32	40	-0.18	25	0.87	15	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M202	2	min	-77.33	34	-0.37	7	-0.87	17	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M203	1	max	75.70	29	0.36	7	0.68	17	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M203	1	min	-77.60	45	0.17	25	-0.68	15	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M203	2	max	76.25	40	-0.17	25	0.68	15	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M203	2	min	-77.20	34	-0.36	7	-0.68	17	-0.01	46	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 20 y 21 - ARRIOSTRADOS VERTICALES TRAMO 2

Sección: HEA-160

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	124.68	0.00	0.33	0.01	0.00	0.00
min	-122.38					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M204	1	max	124.13	40	0.00	47	-0.20	25	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M204	1	min	-120.48	34	0.00	3	-0.33	3	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M204	2	max	123.53	40	0.00	47	0.33	19	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M204	2	min	-121.09	34	0.00	3	0.20	5	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M205	1	max	122.75	29	0.00	47	-0.20	25	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M205	1	min	-121.82	45	0.00	3	-0.33	3	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M205	2	max	123.36	29	0.00	47	0.33	19	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M205	2	min	-121.21	45	0.00	3	0.20	5	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M206	1	max	124.68	40	0.00	47	-0.20	25	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M206	1	min	-121.03	34	0.00	3	-0.33	3	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M206	2	max	124.07	40	0.00	47	0.33	19	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M206	2	min	-121.64	34	0.00	3	0.20	5	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M207	1	max	123.28	29	0.00	47	-0.20	25	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M207	1	min	-122.38	45	0.00	3	-0.33	3	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M207	2	max	123.89	29	0.00	47	0.33	19	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M207	2	min	-121.77	45	0.00	3	0.20	5	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M208	1	max	118.18	40	0.00	47	-0.20	25	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M208	1	min	-114.60	34	0.00	3	-0.33	3	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M208	2	max	117.61	40	0.00	47	0.33	19	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M208	2	min	-115.17	34	0.00	3	0.20	5	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M209	1	max	116.86	29	0.00	47	-0.20	25	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M209	1	min	-115.88	45	0.00	3	-0.33	3	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M209	2	max	117.43	29	0.00	47	0.33	19	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M209	2	min	-115.31	45	0.00	3	0.20	5	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M210	1	max	124.13	40	0.00	47	-0.20	25	0.01	32	0.00	47	0.00	47



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M210	1	min	-120.48	34	0.00	3	-0.33	3	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M210	2	max	123.53	40	0.00	47	0.33	19	0.01	32	0.00	47	0.00	47
M210	2	min	-121.09	34	0.00	3	0.20	5	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M211	1	max	122.75	29	0.00	47	-0.20	25	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M211	1	min	-121.82	45	0.00	3	-0.33	3	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M211	2	max	123.36	29	0.00	47	0.33	19	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M211	2	min	-121.21	45	0.00	3	0.20	5	-0.01	35	0.00	3	0.00	3
M212	1	max	124.68	40	0.00	47	-0.20	25	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M212	1	min	-121.03	34	0.00	3	-0.33	3	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M212	2	max	124.07	40	0.00	47	0.33	19	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M212	2	min	-121.64	34	0.00	3	0.20	5	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M213	1	max	123.28	29	0.00	47	-0.20	25	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M213	1	min	-122.38	45	0.00	3	-0.33	3	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M213	2	max	123.89	29	0.00	47	0.33	19	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M213	2	min	-121.77	45	0.00	3	0.20	5	0.00	46	0.00	3	0.00	3
M214	1	max	118.18	40	0.00	47	-0.20	25	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M214	1	min	-114.60	34	0.00	3	-0.33	3	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M214	2	max	117.61	40	0.00	47	0.33	19	0.00	32	0.00	47	0.00	47
M214	2	min	-115.17	34	0.00	3	0.20	5	-0.01	46	0.00	3	0.00	3
M215	1	max	116.86	29	0.00	47	-0.20	25	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M215	1	min	-115.88	45	0.00	3	-0.33	3	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M215	2	max	117.43	29	0.00	47	0.33	19	0.01	43	0.00	47	0.00	47
M215	2	min	-115.31	45	0.00	3	0.20	5	0.00	35	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 22 - VIGAS SUPERIORES PORTICOS VIGAS EN CELOSÍA TRAMO 2

Sección: HEB-180

UNIÓN RÍGIDA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	12.82	55.56	5.87	0.00	4.06	98.82
min	-1.65					

Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC	
M181	1	max	12.75	18	54.86	43	5.87	21	0.00	43	4.06	20	97.06	42
M181	1	min	-1.65	33	-21.89	35	-5.87	18	0.00	35	-4.06	21	-72.08	36
M181	2	max	12.75	18	21.89	32	5.87	20	0.00	43	4.06	20	97.06	42
M181	2	min	-1.65	33	-54.86	46	-5.87	19	0.00	35	-4.06	21	-72.08	36
M182	1	max	12.82	19	55.56	43	5.87	21	0.00	43	4.06	20	98.82	42
M182	1	min	-1.28	33	-22.60	35	-5.87	18	0.00	35	-4.06	21	-73.84	36
M182	2	max	12.82	19	22.60	32	5.87	20	0.00	43	4.06	20	98.82	42
M182	2	min	-1.28	33	-55.56	46	-5.87	19	0.00	35	-4.06	21	-73.84	36



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 23 - VIGAS INFERIORES PORTICOS VIGAS EN CELOSÍA TRAMO 2

Sección: HEA-160

UNIÓN RÍGIDA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	-2.66	20.74	0.86	0.00	0.47	50.79
min	-10.32					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M187	1	max	-2.66	10	20.31	43	0.86	24	0.00	43	0.45	42	49.70	42
M187	1	min	-10.32	15	-18.81	35	-0.86	6	0.00	35	-0.45	36	-48.22	36
M187	2	max	-2.66	10	18.81	43	0.86	22	0.00	43	0.45	42	49.70	42
M187	2	min	-10.32	15	-20.31	35	-0.86	8	0.00	35	-0.45	36	-48.22	36
M188	1	max	-2.66	12	20.74	43	0.86	24	0.00	43	0.47	31	50.79	42
M188	1	min	-10.32	15	-19.25	35	-0.86	6	0.00	35	-0.47	47	-49.31	36
M188	2	max	-2.66	12	19.25	43	0.86	22	0.00	43	0.47	31	50.79	42
M188	2	min	-10.32	15	-20.74	35	-0.86	8	0.00	35	-0.47	47	-49.31	36



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 24 y 25 - ARRIOSTRADO VERTICAL CORDÓN INFERIOR VIGA EN CELOSÍA TRAMO 2

Sección: L 80.10

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	36.93	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
min	0.62					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M237	1	max	36.93	17	0.20	19	0.00	47	0.00	10	0.00	47	0.00	47
M237	1	min	0.79	11	0.12	5	0.00	3	0.00	12	0.00	3	0.00	3
M237	2	max	36.65	17	-0.12	25	0.00	47	0.00	10	0.00	47	0.00	47
M237	2	min	0.62	11	-0.20	3	0.00	3	0.00	12	0.00	3	0.00	3
M238	1	max	36.65	15	0.20	19	0.00	47	0.00	12	0.00	47	0.00	47
M238	1	min	0.62	13	0.12	5	0.00	3	0.00	10	0.00	3	0.00	3
M238	2	max	36.93	15	-0.12	25	0.00	47	0.00	12	0.00	47	0.00	47
M238	2	min	0.79	13	-0.20	3	0.00	3	0.00	10	0.00	3	0.00	3

UNIÓN TIPO 25 - VIGAS TRANSVERSALES ARRIOSTRADO CORDÓN INFERIOR VIGA EN CELOSÍA TRAMO 2

Sección: HEB-220

UNIÓN ARTICULADA

	Axial (KN)	y Shear (KN)	z Shear (KN)	Torque (KN m)	y-y Moment (KN m)	z-z Moment (KN m)
max	-2.06	2.36	1.28	0.00	0.00	0.00
min	-24.14					

Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M234	1	max	-2.06	30	2.36	19	1.28	24	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M234	1	min	-24.14	44	1.40	5	-1.28	6	0.00	35	0.00	3	0.00	3
M234	2	max	-2.06	30	-1.40	25	1.28	22	0.00	43	0.00	47	0.00	47
M234	2	min	-24.14	44	-2.36	3	-1.28	8	0.00	35	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 26 - VIGAS TRANSVERSALES VIGA EN CELOSÍA TRAMO 2

Sección: HEB-180

UNIÓN ARTICULADA

		Axial (KN)		y Shear (KN)		z Shear (KN)		Torque (KN m)		y-y Moment (KN m)		z-z Moment (KN m)		
		max	18.81	27.94	27.94	2.55	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		min	-38.89											
Member	Section		Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC
M216	1	max	18.43	31	27.94	19	2.27	18	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M216	1	min	-18.95	47	5.91	34	-1.75	21	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M216	2	max	18.43	31	-5.91	29	1.75	21	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M216	2	min	-18.95	47	-27.94	19	-2.27	18	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M217	1	max	-0.45	29	27.88	19	2.55	18	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M217	1	min	-35.82	17	3.29	34	-1.58	21	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M217	2	max	-0.45	29	-3.29	29	1.58	21	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M217	2	min	-35.82	15	-27.88	19	-2.55	18	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M218	1	max	3.32	31	11.78	18	1.90	18	0.00	12	0.00	47	0.00	47
M218	1	min	-3.43	47	3.19	13	-1.89	21	0.00	10	0.00	3	0.00	3
M218	2	max	3.32	31	-3.19	11	1.89	21	0.00	10	0.00	47	0.00	47
M218	2	min	-3.43	47	-11.78	18	-1.90	18	0.00	12	0.00	3	0.00	3
M219	1	max	3.51	29	27.87	18	1.47	20	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M219	1	min	-38.89	45	3.28	34	-2.45	19	0.00	47	0.00	3	0.00	3
M219	2	max	3.51	29	-3.28	29	2.45	19	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M219	2	min	-38.89	45	-27.87	18	-1.47	20	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M220	1	max	18.81	31	27.94	18	1.65	20	0.00	42	0.00	47	0.00	47
M220	1	min	-19.33	47	5.90	34	-2.16	19	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M220	2	max	18.81	31	-5.90	29	2.16	19	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M220	2	min	-19.33	47	-27.94	18	-1.65	20	0.00	47	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES

Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández



DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

UNIÓN TIPO 27 y 26 - ARRIOSTRADO HORIZONTAL VIGA EN CELOSÍA TRAMO 2

Sección: 1/2 HEA-200

UNIÓN ARTICULADA

		Axial (KN)		y Shear (KN)		z Shear (KN)		Torque (KN m)		y-y Moment (KN m)		z-z Moment (KN m)		
		max												
		min												
Member	Section	Axial (KN)	LC	y Shear (KN)	LC	z Shear (KN)	LC	Torque (KN m)	LC	y-y Moment (KN m)	LC	z-z Moment (KN m)	LC	
M221	1	max	41.11	42	0.59	19	0.00	47	0.01	31	0.00	47	0.00	47
M221	1	min	-40.67	36	0.35	5	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M221	2	max	41.11	42	-0.35	25	0.00	47	0.01	31	0.00	47	0.00	47
M221	2	min	-40.67	36	-0.59	3	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M222	1	max	41.11	42	0.59	19	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M222	1	min	-40.67	36	0.35	5	0.00	3	-0.01	36	0.00	3	0.00	3
M222	2	max	41.11	42	-0.35	25	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M222	2	min	-40.67	36	-0.59	3	0.00	3	-0.01	36	0.00	3	0.00	3
M223	1	max	27.44	42	0.59	19	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M223	1	min	-26.58	36	0.35	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M223	2	max	27.44	42	-0.35	25	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M223	2	min	-26.58	36	-0.59	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M224	1	max	27.44	42	0.59	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M224	1	min	-26.58	36	0.35	5	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M224	2	max	27.44	42	-0.35	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M224	2	min	-26.58	36	-0.59	3	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M225	1	max	60.69	15	0.59	19	0.00	47	0.00	17	0.00	47	0.00	47
M225	1	min	2.87	34	0.35	5	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3
M225	2	max	60.69	15	-0.35	25	0.00	47	0.00	17	0.00	47	0.00	47
M225	2	min	2.87	34	-0.59	3	0.00	3	0.00	11	0.00	3	0.00	3



ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES



Trabajo Fin Master

Adrián Berdasco Fernández

DISEÑO DE UNIONES ESTRUCTURA METÁLICA RACK DE INSTALACIONES

M226	1	max	60.69	17	0.59	19	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M226	1	min	2.87	34	0.35	5	0.00	3	0.00	15	0.00	3	0.00	3
M226	2	max	60.69	17	-0.35	25	0.00	47	0.00	13	0.00	47	0.00	47
M226	2	min	2.87	34	-0.59	3	0.00	3	0.00	15	0.00	3	0.00	3
M227	1	max	41.75	42	0.59	19	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M227	1	min	-41.31	36	0.35	5	0.00	3	-0.01	36	0.00	3	0.00	3
M227	2	max	41.75	42	-0.35	25	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M227	2	min	-41.31	36	-0.59	3	0.00	3	-0.01	36	0.00	3	0.00	3
M228	1	max	41.75	42	0.59	19	0.00	47	0.01	31	0.00	47	0.00	47
M228	1	min	-41.31	36	0.35	5	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M228	2	max	41.75	42	-0.35	25	0.00	47	0.01	31	0.00	47	0.00	47
M228	2	min	-41.31	36	-0.59	3	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M229	1	max	27.89	42	0.59	19	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M229	1	min	-27.04	36	0.35	5	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M229	2	max	27.89	42	-0.35	25	0.00	47	0.00	31	0.00	47	0.00	47
M229	2	min	-27.04	36	-0.59	3	0.00	3	-0.01	47	0.00	3	0.00	3
M230	1	max	27.89	42	0.59	19	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M230	1	min	-27.04	36	0.35	5	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M230	2	max	27.89	42	-0.35	25	0.00	47	0.01	42	0.00	47	0.00	47
M230	2	min	-27.04	36	-0.59	3	0.00	3	0.00	36	0.00	3	0.00	3
M231	1	max	67.53	40	0.59	19	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M231	1	min	-4.18	34	0.35	5	0.00	3	0.00	17	0.00	3	0.00	3
M231	2	max	67.53	40	-0.35	25	0.00	47	0.00	11	0.00	47	0.00	47
M231	2	min	-4.18	34	-0.59	3	0.00	3	0.00	17	0.00	3	0.00	3
M232	1	max	67.53	40	0.59	19	0.00	47	0.00	15	0.00	47	0.00	47
M232	1	min	-4.18	34	0.35	5	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3
M232	2	max	67.53	40	-0.35	25	0.00	47	0.00	15	0.00	47	0.00	47
M232	2	min	-4.18	34	-0.59	3	0.00	3	0.00	13	0.00	3	0.00	3

TRABAJO FIN DE MÁSTER
ANEXO 2. COMPROBACIÓN CONOS DE ROTURA
DEL HORMIGÓN DE LOS PEDESTALES

**DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA
ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA
IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE
INSTALACIONES**



Alumno
Adrián Berdasco Fernández

Director
José Antonio Flores Yepes


Junio de 2019

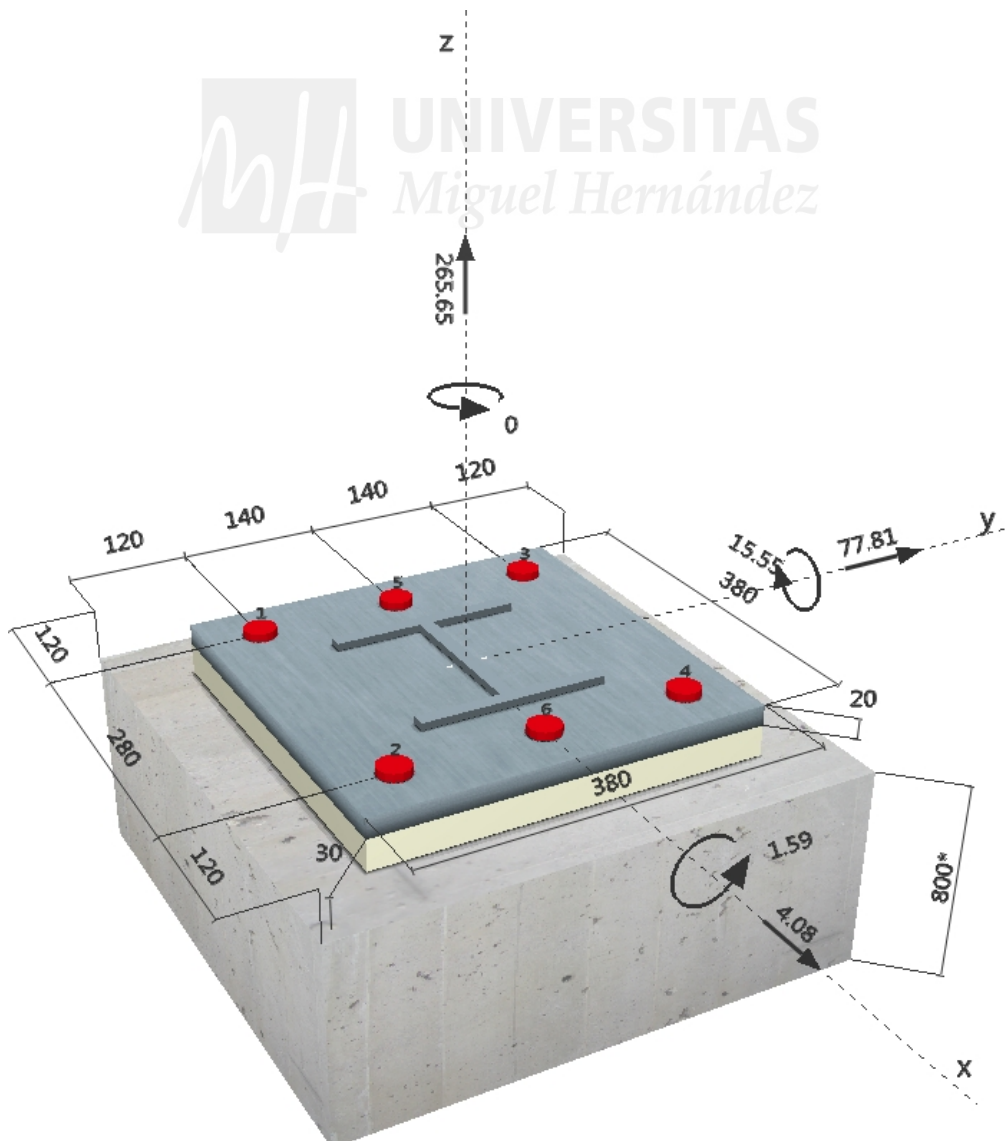
www.hilti.com

Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 1
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

Comentarios del proyectista :
1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	Hex Head ASTM F 1554 GR. 36 1 1/4	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef} = 430$ mm	
Material:	ASTM F 1554	
Prueba:	método de cálculo ACI 318-11 / CIP	
Fijación a distancia:	sin Empotramiento (anclaje); Nivel de restricción (placa de anclaje): 2.00; $e_b = 30$ mm; $t = 20$ mm	
	Mortero Hilti: , multiuso, $f_{c,Grout} = 30.00$ N/mm ²	
Placa de anclaje:	$l_x \times l_y \times t = 380$ mm x 380 mm x 20 mm; (Espesor de placa recomendado: no calculado)	
Perfil:	IPB/HEB; (L x W x T x FT) = 180 mm x 180 mm x 14 mm x 14 mm	
Material Base:	no fisurado hormigón, C30/37, $f_c' = 4351$ psi; $h = 800$ mm	
Armadura:	Tracción: condición A, Cortante: condición A; Refuerzo del anclaje: Tracción#tamaño# #GRADE#, Cortante#TAMAÑO# #GRADE#	
	Armadura de borde: > 4 barras	

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]


Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 2
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

2 Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga: Cargas de diseño

Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

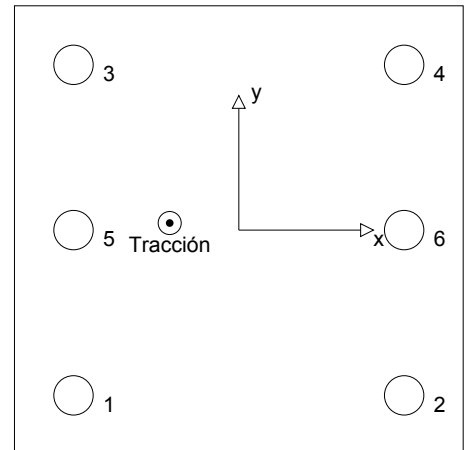
Anclaje	Carga a tracción	Carga a cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	59.948	12.986	0.680	12.968
2	22.924	12.986	0.680	12.968
3	65.626	12.986	0.680	12.968
4	28.602	12.986	0.680	12.968
5	62.787	12.986	0.680	12.968
6	25.763	12.986	0.680	12.968

Máxima extensión del hormigón a compresión: - [%]

Máxima tensión del hormigón a compresión: - [N/mm²]

Tracción resultante en (x/y)=(-59/6): 265.650 [kN]

Compresión resultante en (x/y)=(0/0): 0.000 [kN]



3 Carga a tracción

	Carga N_{ua} [kN]	Capacidad ϕN_n [kN]	Utilización $\beta_N = N_{ua}/\phi N_n$	Resultado
Fallo por Acero*	65.626	187.499	36	OK
Fallo por extracción*	65.626	275.714	24	OK
Rotura por cono de hormigón**1	N/A	N/A	N/A	N/A
Desconchamiento de superficie lateral, dirección x-**	188.361	311.430	61	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

¹ Se ha seleccionado un refuerzo de anclaje a tracción!

3.1 Fallo por Acero

$$N_{sa} = n A_{se,N} f_{uta} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-2)}$$

$$\phi N_{steel} \geq N_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

n	$A_{se,N}$ [mm ²]	f_{uta} [N/mm ²]
1	625	399.90

Cálculos

$$N_{sa} \text{ [kN]} = 249.999$$

Resultados

N_{sa} [kN]	ϕ_{steel}	ϕN_{sa} [kN]	N_{ua} [kN]
249.999	0.750	187.499	65.626

3.2 Fallo por extracción

$$N_{pN} = \psi_{c,p} N_p \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-13)}$$

$$N_p = 8 A_{brg} f'_c \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-14)}$$

$$\phi N_{pN} \geq N_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

$\psi_{c,p}$	A_{brg} [mm ²]	λ_a	f'_c [psi]
1.400	1172	1.000	4351

Cálculos

$$N_p \text{ [kN]} = 281.341$$

Resultados

N_{pn} [kN]	$\phi_{concrete}$	ϕN_{pn} [kN]	N_{ua} [kN]
393.878	0.700	275.714	65.626

Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 3
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

3.3 Desconchamiento de superficie lateral, dirección x-

$$N_{sb} = 160 c_{a1} \sqrt{A_{brg}} \lambda_a \sqrt{f_c} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-16)}$$

$$N_{sbg} = \alpha_{group} N_{sb} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-17)}$$

$$\phi N_{sbg} \geq N_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla (D.4.1.1)}$$

$$\alpha_{group} = \left(1 + \frac{s}{6 c_{a1}} \right) \quad \text{Ver ACI 318-11, Parte D.5.4.2 Eq. (D-17)}$$

Variables

c_{a1} [mm]	c_{a2} [mm]	A_{brg} [mm ²]	λ_a	f_c [psi]	s [mm]
120	120	1172	1.000	4351	280

Cálculos

α_{group}	N_{sb} [kN]
1.389	298.973

Resultados

N_{sbg} [kN]	$\phi_{concrete}$	ϕN_{sbg} [kN]	$N_{ua,edge}$ [kN]
415.241	0.750	311.430	188.361



Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 4
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

4 Cortante

	Carga V_{ua} [kN]	Capacidad ϕV_n [kN]	Utilización $\beta_v = V_{ua}/\phi V_n$	Resultado
Fallo por Acero*	12.986	78.000	17	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	12.986	22.803	57	OK
Fallo por desconchamiento**	77.917	286.555	28	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección ** ¹	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

¹ ¡Se ha seleccionado un refuerzo de anclaje a cortante!

4.1 Fallo por Acero

$$V_{sa} = n \cdot 0.6 \cdot A_{se,v} \cdot f_{uta} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-29)}$$

$$\phi V_{steel} \geq V_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

n	$A_{se,v}$ [mm ²]	f_{uta} [N/mm ²]
1	625	399.90

Cálculos

$$\frac{V_{sa} \text{ [kN]}}{149.999}$$

Resultados

V_{sa} [kN]	ϕ_{steel}	ϕ_{eb}	ϕV_{sa} [kN]	V_{ua} [kN]
149.999	0.650	0.800	78.000	12.986

4.2 Fallo por Acero (con brazo de palanca)

$$V_s^M = \frac{\alpha_M \cdot M_s}{L_b} \quad \text{Ecuación de flexión}$$

$$M_s = M_s^0 \left(1 - \frac{N_{ua}}{\phi N_{sa}}\right) \quad \text{Resistencia resultante a flexión del anclaje}$$

$$M_s^0 = (1.2) (S) (f_{u,min}) \quad \text{Resistencia característica a flexión del anclaje}$$

$$\left(1 - \frac{N_{ua}}{\phi N_{sa}}\right) \quad \text{Reducción de la carga de tracción actuando simultáneamente con una carga de cortante en el anclaje.}$$

$$S = \frac{\pi(d)^3}{32} \quad \text{Módulo elástico de la sección del perno en la superficie del hormigón}$$

$$L_b = z + (n)(d_o) \quad \text{Brazo de palanca ajustado para spalling de la superficie de hormigón}$$

$$\phi V_s^M \geq V_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

α_M	$f_{u,min}$ [N/mm ²]	N_{ua} [kN]	ϕN_{sa} [kN]	z [mm]	n	d_o [mm]
2.00	399.90	65.626	187.499	40	0.500	32

Cálculos

M_s^0 [kNm]	$\left(1 - \frac{N_{ua}}{\phi N_{sa}}\right)$	M_s [kNm]	L_b [mm]
1.508	0.650	0.980	56

Resultados

V_s^M [kN]	ϕ_{steel}	ϕV_s^M [kN]	V_{ua} [kN]
35.082	0.650	22.803	12.986

Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 5
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

4.3 Fallo por desconchamiento

$$V_{cp,g} = k_{cp} \left[\left(\frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \right) \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b \right] \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-41)}$$

$$\phi V_{cp,g} \geq V_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

$$A_{Nc} \text{ Ver ACI 318-11, Parte D.5.2.1, Fig. RD.5.2.1(b)}$$

$$A_{Nc0} = 9 h_{ef}^2 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-5)}$$

$$\psi_{ec,N} = \left(\frac{1}{1 + \frac{2 e_N}{3 h_{ef}}} \right) \leq 1.0 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-8)}$$

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \left(\frac{c_{a,min}}{1.5 h_{ef}} \right) \leq 1.0 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-10)}$$

$$\psi_{cp,N} = \text{MAX} \left(\frac{c_{a,min}}{c_{ac}}, \frac{1.5 h_{ef}}{c_{ac}} \right) \leq 1.0 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-12)}$$

$$N_b = k_c \lambda_a \sqrt{f_c} h_{ef}^{1.5} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-6)}$$

Variables

k_{cp}	h_{ef} [mm]	$e_{c1,N}$ [mm]	$e_{c2,N}$ [mm]	$c_{a,min}$ [mm]
2	93	0	0	120
$\psi_{c,N}$	c_{ac} [mm]	k_c	λ_a	f_c [psi]
1.250	-	24	1.000	4351

Cálculos

A_{Nc} [mm ²]	A_{Nc0} [mm ²]	$\psi_{ec1,N}$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{ed,N}$	$\psi_{cp,N}$	N_b [kN]
270400	78400	1.000	1.000	0.957	1.000	49.602

Resultados

$V_{cp,g}$ [kN]	$\phi_{concrete}$	$\phi V_{cp,g}$ [kN]	V_{ua} [kN]
409.365	0.700	286.555	77.917

5 Cargas combinadas de tracción y cortante

β_N	β_V	ζ	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0.605	0.569	5/3	83	OK

$$\beta_{NV} = \beta_N^{\zeta} + \beta_V^{\zeta} \leq 1$$

6 Avisos

- No se considera la redistribución de carga entre los acalajes debido a deformaciones elásticas de la placa. ¡Se asume que la placa es suficientemente rígida, para evitar que se deforme cuando se somete a cargas! ¡Los datos de entrada y resultados deben ser comprobados para verificar que se encuentran conformes con las condiciones existentes y que sean admisibles!
- La condición A se aplica cuando se emplea refuerzo suplementario. El factor Φ se incrementa por fías resistencias de diseño que no sean del acero y excepto resistencia de Pullout y Pryout. La condición B se aplica cuando no se emplea refuerzo suplementario y para resistencia a Pullout y Pryout. Refer to ACI 318, Part D.4.4(c).
- ¡El ACI318 no tiene en cuenta la flexión de los anclajes; no obstante, Hilti recomienda la evaluación de esta capacidad durante el proyecto!
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo con el ACI 318!
- El diseño de la armadura no está recogido en PROFIS Anchor. Para información sobre armadura, consultar parte D.5.2.9 de ACI 318-11.
- El diseño de la armadura no está recogido en PROFIS Anchor. Para información sobre armadura, consultar parte D.6.2.9 de ACI 318-11.
- Refuerzo de anclaje ha sido seleccionado como opción de diseño, los cálculos deben ser comparados con los cálculos de PROFIS.

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

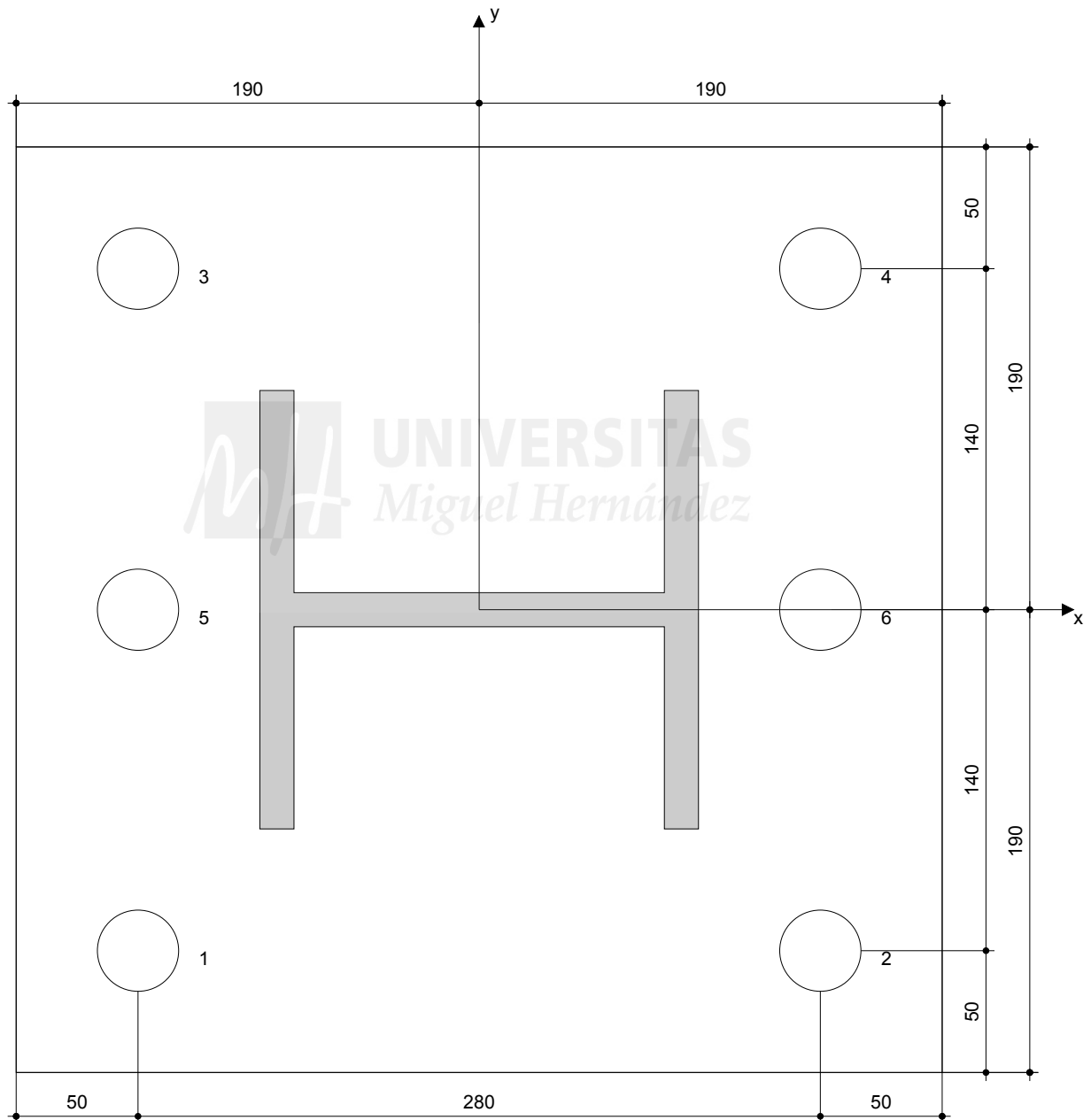
Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 6
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
 Perfil: IPB/HEB; 180 x 180 x 14 x 14 mm
 Diámetro de taladro en chapa: $d_t = 33$ mm
 Espesor de placa (introducir): 20 mm
 Espesor de placa recomendado: no calculado
 Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Tipo y tamaño de anclaje: Hex Head ASTM F 1554 GR. 36 1 1/4
 Par de apriete de instalación: 0.000 kNm
 Diámetro de taladro en material base: - mm
 Profundidad de taladro (min/max): 430 mm
 Mínimo espesor del material base: 490 mm



Coordenadas del anclaje mm

Anclaje	x	y	C _{-x}	C _{+x}	C _{-y}	C _{+y}	Anclaje	x	y	C _{-x}	C _{+x}	C _{-y}	C _{+y}
1	-140	-140	120	400	120	400	4	140	140	400	120	400	120
2	140	-140	400	120	120	400	5	-140	0	120	400	260	260
3	-140	140	120	400	400	120	6	140	0	400	120	260	260

Empresa:		Página:	7
Proyectista:	Adrián Berdasco	Proyecto:	Trabajo Fin de Máster
Dirección:		Sub Proyecto Pos. No.:	
Teléfono Fax:		Fecha:	6/3/2019
E-mail:			

8 Observaciones; comentarios

- Toda la información y todos los datos contenidos en el software sólo se refieren a la utilización de los productos Hilti y están fundados en principios, fórmulas y normativas de seguridad conformes a las consignas técnicas de Hilti y en instrucciones de operación, montaje, ensamblaje, etc., que el usuario debe seguir exhaustivamente. Todas las cifras que en ellos constan son medias; por lo tanto, se deben realizar pruebas específicas de utilización antes de la utilización del producto Hilti aplicable. Los resultados de los cálculos ejecutados mediante el software reposan básicamente en los datos que usted introduce en el mismo. Por lo tanto, es usted el único responsable de la inexistencia de errores, de la exhaustividad y la pertinencia de los datos introducidos por usted mismo. Asimismo, es usted el único responsable de la verificación de los resultados del cálculo y de la validación de los mismos por un experto, en especial en lo referente al cumplimiento de las normas y permisos aplicables previamente a su utilización, en particular para su aplicación. El software sólo sirve de ayuda para la interpretación de las normas y permisos sin ninguna garantía con respecto a la ausencia de errores, la exactitud y la pertinencia de los resultados o su adaptación a una determinada aplicación.
- Debe usted tomar todas las medidas necesarias y razonables para impedir o limitar los daños causados por el software. En especial, debe usted tomar sus disposiciones para efectuar regularmente una salvaguarda de los programas y de los datos y, de ser aplicable, ejecutar las actualizaciones regularmente facilitadas por Hilti. Si no utiliza la función AutoUpdate del software, debe usted comprobar que en cada caso usted utiliza la versión actual y puesta al día del software, ejecutando actualizaciones manuales a través del Sitio Web Hilti. Hilti no será considerada como responsable por cualquier consecuencia, tal y como la necesidad de recuperar necesidades o programas perdidos o dañados, que se deriven de un incumplimiento, por su parte, de sus obligaciones.




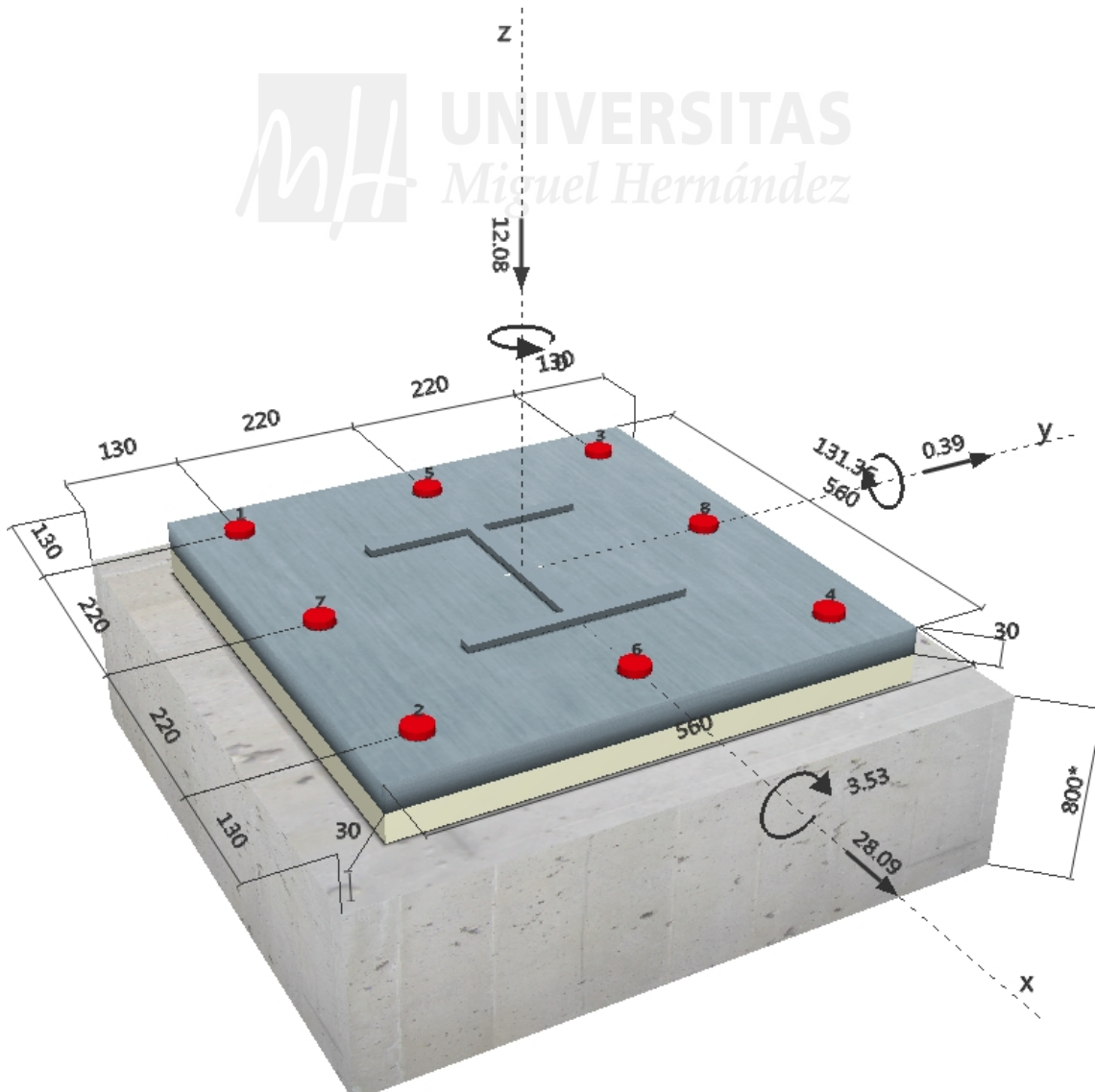
www.hilti.com

Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 1
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

Comentarios del proyectista :
1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	Hex Head ASTM F 1554 GR. 36 1 1/4	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef} = 430$ mm	
Material:	ASTM F 1554	
Prueba:	método de cálculo ACI 318-11 / CIP	
Fijación a distancia:	sin Empotramiento (anclaje); Nivel de restricción (placa de anclaje): 2.00; $e_b = 30$ mm; $t = 30$ mm	
	Mortero Hilti: , multiuso, $f_{c,Grout} = 30.00$ N/mm ²	
Placa de anclaje:	$l_x \times l_y \times t = 560$ mm x 560 mm x 30 mm; (Espesor de placa recomendado: no calculado)	
Perfil:	IPB/HEB; (L x W x T x FT) = 240 mm x 240 mm x 17 mm x 17 mm	
Material Base:	no fisurado hormigón, C30/37, $f_c' = 4351$ psi; $h = 800$ mm	
Armadura:	Tracción: condición A, Cortante: condición A; Refuerzo del anclaje: Tracción#tamaño# #GRADE#, Cortante#TAMAÑO# #GRADE#	
	Armadura de borde: > 4 barras	

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]


2 Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga: Cargas de diseño

Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

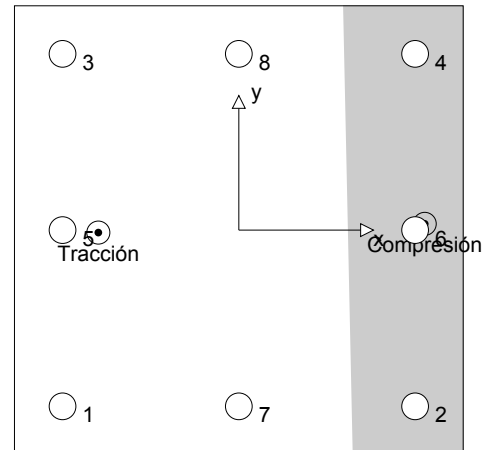
Anclaje	Carga a tracción	Carga a cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	84.956	3.512	3.511	0.049
2	0.000	3.512	3.511	0.049
3	82.734	3.512	3.511	0.049
4	0.000	3.512	3.511	0.049
5	83.845	3.512	3.511	0.049
6	0.000	3.512	3.511	0.049
7	33.159	3.512	3.511	0.049
8	30.937	3.512	3.511	0.049

Máxima extensión del hormigón a compresión: 0.28 [%]

 Máxima tensión del hormigón a compresión: 8.47 [N/mm²]

Tracción resultante en (x/y)=(-175/-3): 315.630 [kN]

Compresión resultante en (x/y)=(232/8): 327.710 [kN]



3 Carga a tracción

	Carga N_{ua} [kN]	Capacidad ϕN_n [kN]	Utilización $\beta_n = N_{ua}/\phi N_n$	Resultado
Fallo por Acero*	84.956	187.499	46	OK
Fallo por extracción*	84.956	275.714	31	OK
Rotura por cono de hormigón**1	N/A	N/A	N/A	N/A
Desconchamiento de superficie lateral, dirección x-**	251.534	379.945	67	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1 ¡Se ha seleccionado un refuerzo de anclaje a tracción!

3.1 Fallo por Acero

$$N_{sa} = n A_{se,N} f_{uta} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-2)}$$

$$\phi N_{steel} \geq N_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

n	$A_{se,N}$ [mm ²]	f_{uta} [N/mm ²]
1	625	399.90

Cálculos

$$\frac{N_{sa} \text{ [kN]}}{249.999}$$

Resultados

N_{sa} [kN]	ϕ_{steel}	ϕN_{sa} [kN]	N_{ua} [kN]
249.999	0.750	187.499	84.956

3.2 Fallo por extracción

$$N_{pN} = \psi_{c,p} N_p \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-13)}$$

$$N_p = 8 A_{brg} f_c \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-14)}$$

$$\phi N_{pN} \geq N_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

$\psi_{c,p}$	A_{brg} [mm ²]	λ_a	f_c [psi]
1.400	1172	1.000	4351

Cálculos

$$\frac{N_p \text{ [kN]}}{281.341}$$

Resultados

N_{pN} [kN]	$\phi_{concrete}$	ϕN_{pN} [kN]	N_{ua} [kN]
393.878	0.700	275.714	84.956

www.hilti.com

Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 3
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

3.3 Desconchamiento de superficie lateral, dirección x-

$$N_{sb} = 160 c_{a1} \sqrt{A_{brg}} \lambda_a \sqrt{f_c} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-16)}$$

$$N_{sbg} = \alpha_{group} N_{sb} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-17)}$$

$$\phi N_{sbg} \geq N_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla (D.4.1.1)}$$

$$\alpha_{group} = \left(1 + \frac{s}{6 c_{a1}} \right) \quad \text{Ver ACI 318-11, Parte D.5.4.2 Eq. (D-17)}$$

Variables

c_{a1} [mm]	c_{a2} [mm]	A_{brg} [mm ²]	λ_a	f_c [psi]	s [mm]
130	130	1172	1.000	4351	440

Cálculos

α_{group}	N_{sb} [kN]
1.564	323.888

Resultados

N_{sbg} [kN]	$\phi_{concrete}$	ϕN_{sbg} [kN]	$N_{ua,edge}$ [kN]
506.593	0.750	379.945	251.534



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 4
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

4 Cortante

	Carga V_{ua} [kN]	Capacidad ϕV_n [kN]	Utilización $\beta_v = V_{ua}/\phi V_n$	Resultado
Fallo por Acero*	3.512	78.000	5	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	3.512	17.610	20	OK
Fallo por desconchamiento**	28.093	525.779	6	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección ** ¹	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

¹ ¡Se ha seleccionado un refuerzo de anclaje a cortante!

4.1 Fallo por Acero

$$V_{sa} = n \cdot 0.6 \cdot A_{se,v} \cdot f_{uta} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-29)}$$

$$\phi V_{steel} \geq V_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

n	$A_{se,v}$ [mm ²]	f_{uta} [N/mm ²]
1	625	399.90

Cálculos

$$\frac{V_{sa} \text{ [kN]}}{149.999}$$

Resultados

V_{sa} [kN]	ϕ_{steel}	ϕ_{eb}	ϕV_{sa} [kN]	V_{ua} [kN]
149.999	0.650	0.800	78.000	3.512

4.2 Fallo por Acero (con brazo de palanca)

$$V_s^M = \frac{\alpha_M \cdot M_s}{L_b} \quad \text{Ecuación de flexión}$$

$$M_s = M_s^0 \left(1 - \frac{N_{ua}}{\phi N_{sa}}\right) \quad \text{Resistencia resultante a flexión del anclaje}$$

$$M_s^0 = (1.2) (S) (f_{u,min}) \quad \text{Resistencia característica a flexión del anclaje}$$

$$\left(1 - \frac{N_{ua}}{\phi N_{sa}}\right) \quad \text{Reducción de la carga de tracción actuando simultáneamente con una carga de cortante en el anclaje.}$$

$$S = \frac{\pi(d)^3}{32} \quad \text{Módulo elástico de la sección del perno en la superficie del hormigón}$$

$$L_b = z + (n)(d_o) \quad \text{Brazo de palanca ajustado para spalling de la superficie de hormigón}$$

$$\phi V_s^M \geq V_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

α_M	$f_{u,min}$ [N/mm ²]	N_{ua} [kN]	ϕN_{sa} [kN]	z [mm]	n	d_o [mm]
2.00	399.90	84.956	187.499	45	0.500	32

Cálculos

M_s^0 [kNm]	$\left(1 - \frac{N_{ua}}{\phi N_{sa}}\right)$	M_s [kNm]	L_b [mm]
1.508	0.547	0.825	61

Resultados

V_s^M [kN]	ϕ_{steel}	ϕV_s^M [kN]	V_{ua} [kN]
27.093	0.650	17.610	3.512

Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 5
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

4.3 Fallo por desconchamiento

$$V_{cp,g} = k_{cp} \left[\left(\frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \right) \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b \right] \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-41)}$$

$$\phi V_{cp,g} \geq V_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

$$A_{Nc} \quad \text{Ver ACI 318-11, Parte D.5.2.1, Fig. RD.5.2.1(b)}$$

$$A_{Nc0} = 9 h_{ef}^2 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-5)}$$

$$\psi_{ec,N} = \left(\frac{1}{1 + \frac{2 e_N}{3 h_{ef}}} \right) \leq 1.0 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-8)}$$

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \left(\frac{c_{a,min}}{1.5 h_{ef}} \right) \leq 1.0 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-10)}$$

$$\psi_{cp,N} = \text{MAX} \left(\frac{c_{a,min}}{c_{ac}}, \frac{1.5 h_{ef}}{c_{ac}} \right) \leq 1.0 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-12)}$$

$$N_b = k_c \lambda_a \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1.5} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-6)}$$

Variables

k_{cp}	h_{ef} [mm]	$e_{c1,N}$ [mm]	$e_{c2,N}$ [mm]	$c_{a,min}$ [mm]
2	87	0	0	130
$\psi_{c,N}$	c_{ac} [mm]	k_c	λ_a	f'_c [psi]
1.250	-	24	1.000	4351

Cálculos

A_{Nc} [mm ²]	A_{Nc0} [mm ²]	$\psi_{ec1,N}$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{ed,N}$	$\psi_{cp,N}$	N_b [kN]
457600	67600	1.000	1.000	1.000	1.000	44.384

Resultados

$V_{cp,g}$ [kN]	$\phi_{concrete}$	$\phi V_{cp,g}$ [kN]	V_{ua} [kN]
751.113	0.700	525.779	28.093

5 Cargas combinadas de tracción y cortante

β_N	β_V	ζ	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0.662	0.199	5/3	58	OK

$$\beta_{NV} = \beta_N^{\zeta} + \beta_V^{\zeta} \leq 1$$

6 Avisos

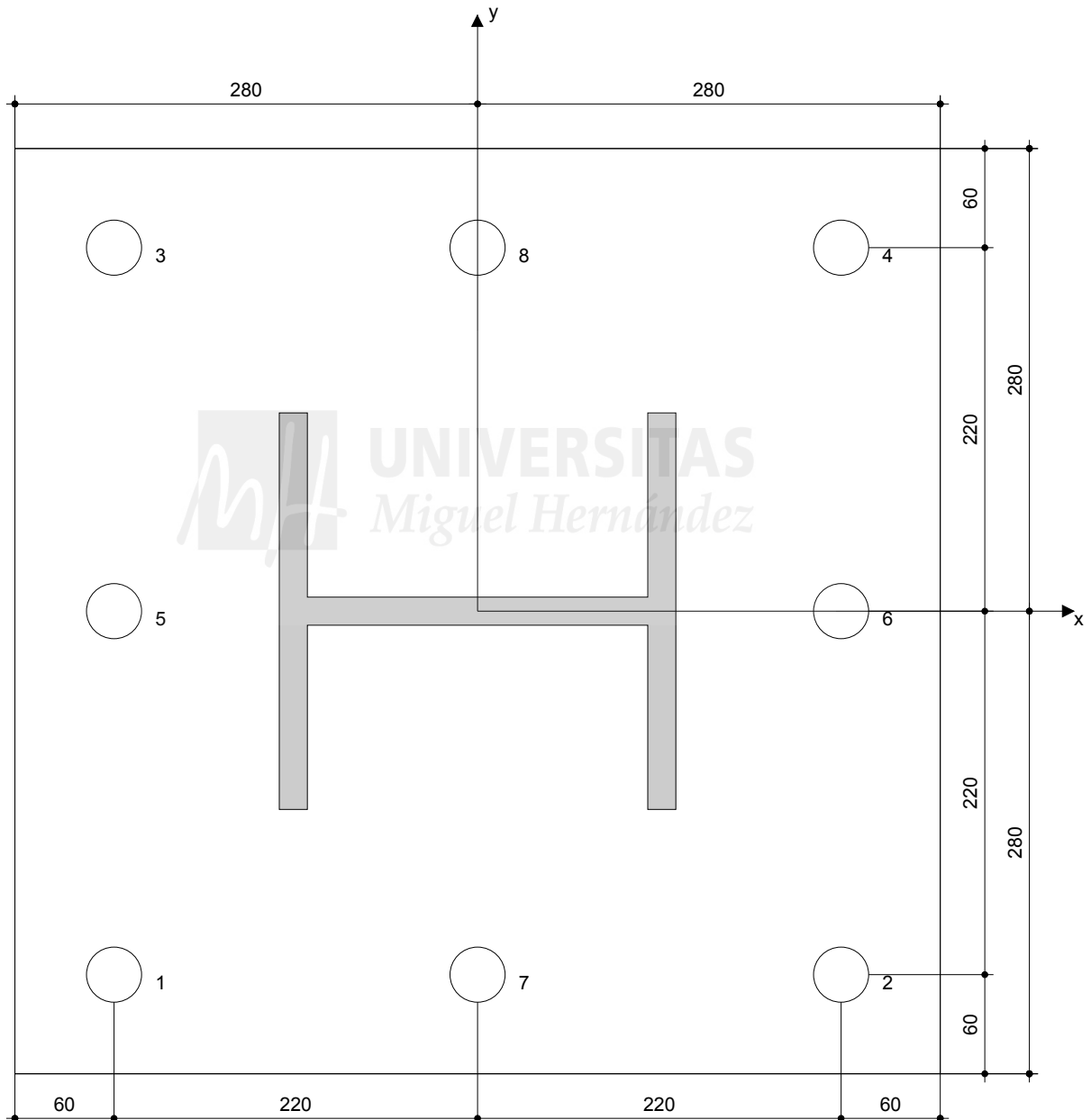
- No se considera la redistribución de carga entre los acalajes debido a deformaciones elásticas de la placa. ¡Se asume que la placa es suficientemente rígida, para evitar que se deforme cuando se somete a cargas! ¡Los datos de entrada y resultados deben ser comprobados para verificar que se encuentran conformes con las condiciones existentes y que sean admisibles!
- La condición A se aplica cuando se emplea refuerzo suplementario. El factor Φ se incrementa por fías resistencias de diseño que no sean del acero, excepto resistencia de Pullout y Pryout. La condición B se aplica cuando no se emplea refuerzo suplementario y para resistencia a Pullout y Pryout. Refer to ACI 318, Part D.4.4(c).
- ¡El ACI318 no tiene en cuenta la flexión de los anclajes; no obstante, Hilti recomienda la evaluación de esta capacidad durante el proyecto!
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo con el ACI 318!
- El diseño de la armadura no está recogido en PROFIS Anchor. Para información sobre armadura, consultar parte D.5.2.9 de ACI 318-11.
- El diseño de la armadura no está recogido en PROFIS Anchor. Para información sobre armadura, consultar parte D.6.2.9 de ACI 318-11.
- Refuerzo de anclaje ha sido seleccionado como opción de diseño, los cálculos deben ser comparados con los cálculos de PROFIS.

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
 Perfil: IPB/HEB; 240 x 240 x 17 x 17 mm
 Diámetro de taladro en chapa: $d_t = 33$ mm
 Espesor de placa (introducir): 30 mm
 Espesor de placa recomendado: no calculado
 Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Tipo y tamaño de anclaje: Hex Head ASTM F 1554 GR. 36 1 1/4
 Par de apriete de instalación: 0.000 kNm
 Diámetro de taladro en material base: - mm
 Profundidad de taladro (min/max): 430 mm
 Mínimo espesor del material base: 490 mm



Coordenadas del anclaje mm

Anclaje	x	y	C-x	C+x	C-y	C+y	Anclaje	x	y	C-x	C+x	C-y	C+y
1	-220	-220	130	570	130	570	5	-220	0	130	570	350	350
2	220	-220	570	130	130	570	6	220	0	570	130	350	350
3	-220	220	130	570	570	130	7	0	-220	350	350	130	570
4	220	220	570	130	570	130	8	0	220	350	350	570	130

Empresa:		Página:	7
Proyectista:	Adrián Berdasco	Proyecto:	Trabajo Fin de Máster
Dirección:		Sub Proyecto Pos. No.:	
Teléfono Fax:		Fecha:	6/3/2019
E-mail:			

8 Observaciones; comentarios

- Toda la información y todos los datos contenidos en el software sólo se refieren a la utilización de los productos Hilti y están fundados en principios, fórmulas y normativas de seguridad conformes a las consignas técnicas de Hilti y en instrucciones de operación, montaje, ensamblaje, etc., que el usuario debe seguir exhaustivamente. Todas las cifras que en ellos constan son medias; por lo tanto, se deben realizar pruebas específicas de utilización antes de la utilización del producto Hilti aplicable. Los resultados de los cálculos ejecutados mediante el software reposan básicamente en los datos que usted introduce en el mismo. Por lo tanto, es usted el único responsable de la inexistencia de errores, de la exhaustividad y la pertinencia de los datos introducidos por usted mismo. Asimismo, es usted el único responsable de la verificación de los resultados del cálculo y de la validación de los mismos por un experto, en especial en lo referente al cumplimiento de las normas y permisos aplicables previamente a su utilización, en particular para su aplicación. El software sólo sirve de ayuda para la interpretación de las normas y permisos sin ninguna garantía con respecto a la ausencia de errores, la exactitud y la pertinencia de los resultados o su adaptación a una determinada aplicación.
- Debe usted tomar todas las medidas necesarias y razonables para impedir o limitar los daños causados por el software. En especial, debe usted tomar sus disposiciones para efectuar regularmente una salvaguarda de los programas y de los datos y, de ser aplicable, ejecutar las actualizaciones regularmente facilitadas por Hilti. Si no utiliza la función AutoUpdate del software, debe usted comprobar que en cada caso usted utiliza la versión actual y puesta al día del software, ejecutando actualizaciones manuales a través del Sitio Web Hilti. Hilti no será considerada como responsable por cualquier consecuencia, tal y como la necesidad de recuperar necesidades o programas perdidos o dañados, que se deriven de un incumplimiento, por su parte, de sus obligaciones.




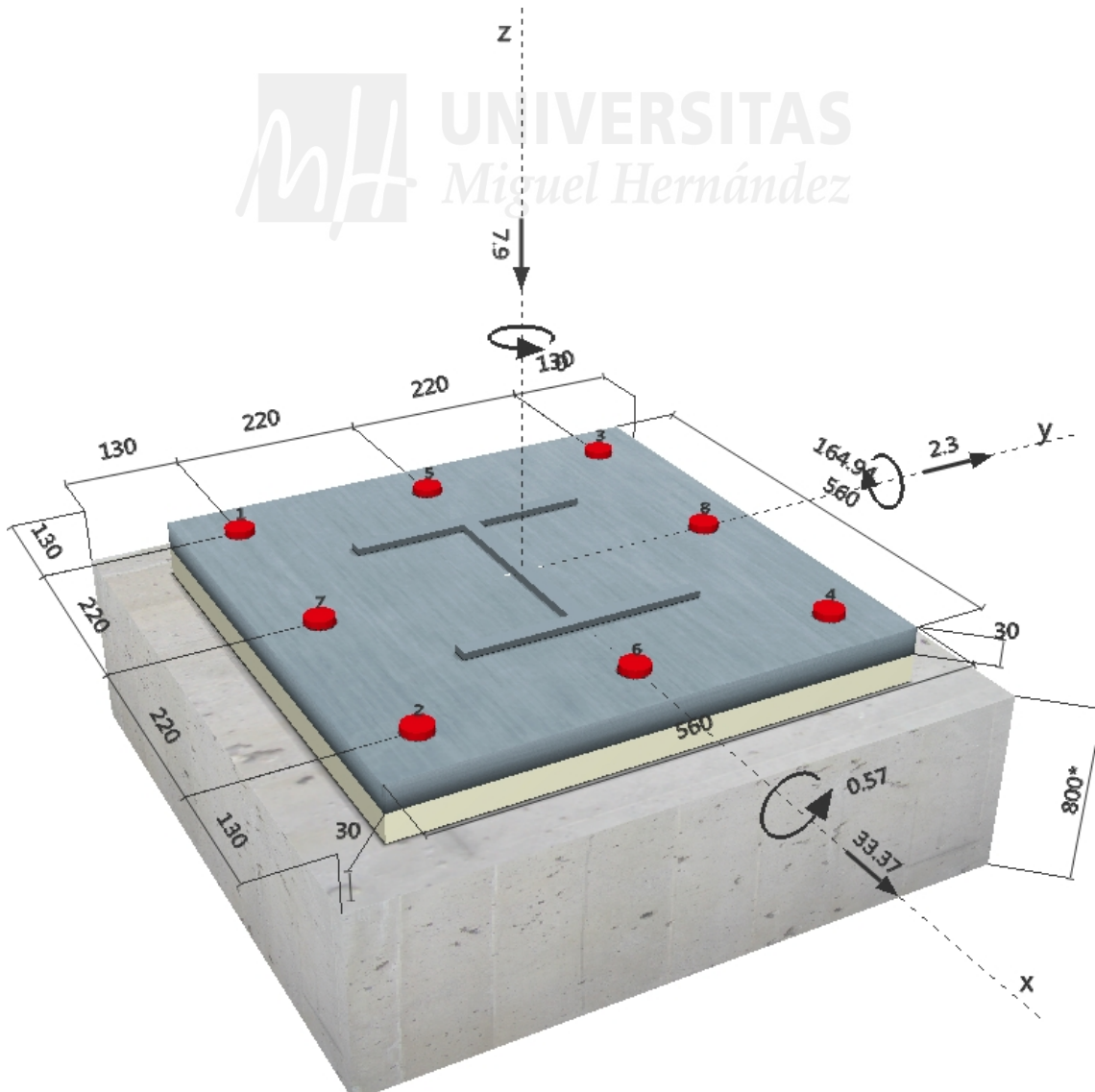
www.hilti.com

Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 1
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

Comentarios del proyectista :
1 Insertar datos

Tipo y tamaño de anclaje:	Hex Head ASTM F 1554 GR. 36 1 1/4	
Profundidad efectiva de anclaje:	$h_{ef} = 430$ mm	
Material:	ASTM F 1554	
Prueba:	método de cálculo ACI 318-11 / CIP	
Fijación a distancia:	sin Empotramiento (anclaje); Nivel de restricción (placa de anclaje): 2.00; $e_b = 30$ mm; $t = 30$ mm	
Placa de anclaje:	Mortero Hilti: , multiuso, $f_{c,Grout} = 30.00$ N/mm ²	
Perfil:	$l_x \times l_y \times t = 560$ mm x 560 mm x 30 mm; (Espesor de placa recomendado: no calculado)	
Material Base:	IPB/HEB; (L x W x T x FT) = 260 mm x 260 mm x 18 mm x 18 mm	
Armadura:	no fisurado hormigón, C30/37, $f_c' = 4351$ psi; $h = 800$ mm	
	Tracción: condición A, Cortante: condición A; Refuerzo del anclaje: Tracción#tamaño# #GRADE#, Cortante#TAMAÑO# #GRADE#	
	Armadura de borde: > 4 barras	

Geometría [mm] & Carga [kN, kNm]


Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

 Página: 2
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

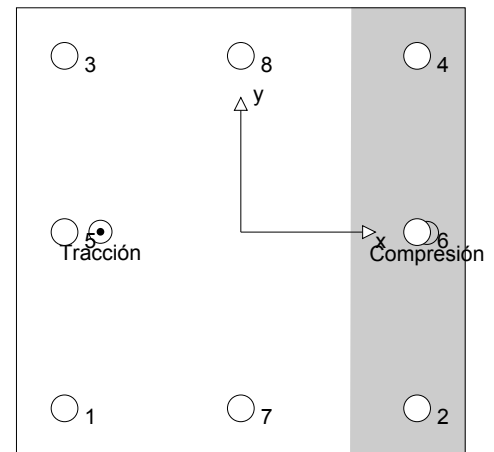
2 Caso de carga/Resultante de cargas

Caso de carga: Cargas de diseño

Reacciones en el anclaje [kN]

Carga a tracción: (+Tracción, -Compresión)

Anclaje	Carga a tracción	Carga a cortante	Cortante en x	Cortante en y
1	106.041	4.181	4.171	0.288
2	0.000	4.181	4.171	0.288
3	106.401	4.181	4.171	0.288
4	0.000	4.181	4.171	0.288
5	106.221	4.181	4.171	0.288
6	0.000	4.181	4.171	0.288
7	40.601	4.181	4.171	0.288
8	40.962	4.181	4.171	0.288


 Máxima extensión del hormigón a compresión: 0.34 [%]
 Máxima tensión del hormigón a compresión: 10.25 [N/mm²]
 Tracción resultante en (x/y)=(-175/0): 400.226 [kN]
 Compresión resultante en (x/y)=(232/-1): 408.126 [kN]

3 Carga a tracción

	Carga N _{ua} [kN]	Capacidad φN _n [kN]	Utilización β _n = N _{ua} /φN _n	Resultado
Fallo por Acero*	106.401	187.499	57	OK
Fallo por extracción*	106.401	275.714	39	OK
Rotura por cono de hormigón**1	N/A	N/A	N/A	N/A
Desconchamiento de superficie lateral, dirección x-**	318.663	379.945	84	OK

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes en tracción)

1 ¡Se ha seleccionado un refuerzo de anclaje a tracción!

3.1 Fallo por Acero

$$N_{sa} = n A_{se,N} f_{uta} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-2)}$$

$$\phi N_{steel} \geq N_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

n	A _{se,N} [mm ²]	f _{uta} [N/mm ²]
1	625	399.90

Cálculos

$$\frac{N_{sa} \text{ [kN]}}{249.999}$$

Resultados

N _{sa} [kN]	φ _{steel}	φ N _{sa} [kN]	N _{ua} [kN]
249.999	0.750	187.499	106.401

3.2 Fallo por extracción

$$N_{pN} = \psi_{c,p} N_p \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-13)}$$

$$N_p = 8 A_{brg} f'_c \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-14)}$$

$$\phi N_{pN} \geq N_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

ψ _{c,p}	A _{brg} [mm ²]	λ _a	f' _c [psi]
1.400	1172	1.000	4351

Cálculos

$$\frac{N_p \text{ [kN]}}{281.341}$$

Resultados

N _{pN} [kN]	φ _{concrete}	φ N _{pN} [kN]	N _{ua} [kN]
393.878	0.700	275.714	106.401

Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 3
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

3.3 Desconchamiento de superficie lateral, dirección x-

$$N_{sb} = 160 c_{a1} \sqrt{A_{brg}} \lambda_a \sqrt{f_c} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-16)}$$

$$N_{sbg} = \alpha_{group} N_{sb} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-17)}$$

$$\phi N_{sbg} \geq N_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla (D.4.1.1)}$$

$$\alpha_{group} = \left(1 + \frac{s}{6 c_{a1}} \right) \quad \text{Ver ACI 318-11, Parte D.5.4.2 Eq. (D-17)}$$

Variables

c_{a1} [mm]	c_{a2} [mm]	A_{brg} [mm ²]	λ_a	f_c [psi]	s [mm]
130	130	1172	1.000	4351	440

Cálculos

α_{group}	N_{sb} [kN]
1.564	323.888

Resultados

N_{sbg} [kN]	$\phi_{concrete}$	ϕN_{sbg} [kN]	$N_{ua,edge}$ [kN]
506.593	0.750	379.945	318.663



Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 4
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

4 Cortante

	Carga V_{ua} [kN]	Capacidad ϕV_n [kN]	Utilización $\beta_v = V_{ua}/\phi V_n$	Resultado
Fallo por Acero*	4.181	78.000	6	OK
Fallo por Acero (con brazo de palanca)*	4.181	13.928	31	OK
Fallo por desconchamiento**	33.449	525.779	7	OK
Rotura de borde de hormigón en dirección ** ¹	N/A	N/A	N/A	N/A

* anclaje más solicitado **grupo de anclajes (anclajes relevantes)

¹ ¡Se ha seleccionado un refuerzo de anclaje a cortante!

4.1 Fallo por Acero

$$V_{sa} = n \cdot 0.6 \cdot A_{se,v} \cdot f_{uta} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-29)}$$

$$\phi V_{steel} \geq V_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

n	$A_{se,v}$ [mm ²]	f_{uta} [N/mm ²]
1	625	399.90

Cálculos

$$\frac{V_{sa} \text{ [kN]}}{149.999}$$

Resultados

V_{sa} [kN]	ϕ_{steel}	ϕ_{eb}	ϕV_{sa} [kN]	V_{ua} [kN]
149.999	0.650	0.800	78.000	4.181

4.2 Fallo por Acero (con brazo de palanca)

$$V_s^M = \frac{\alpha_M \cdot M_s}{L_b} \quad \text{Ecuación de flexión}$$

$$M_s = M_s^0 \left(1 - \frac{N_{ua}}{\phi N_{sa}}\right) \quad \text{Resistencia resultante a flexión del anclaje}$$

$$M_s^0 = (1.2) (S) (f_{u,min}) \quad \text{Resistencia característica a flexión del anclaje}$$

$$\left(1 - \frac{N_{ua}}{\phi N_{sa}}\right) \quad \text{Reducción de la carga de tracción actuando simultáneamente con una carga de cortante en el anclaje.}$$

$$S = \frac{\pi(d)^3}{32} \quad \text{Módulo elástico de la sección del perno en la superficie del hormigón}$$

$$L_b = z + (n)(d_o) \quad \text{Brazo de palanca ajustado para spalling de la superficie de hormigón}$$

$$\phi V_s^M \geq V_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

Variables

α_M	$f_{u,min}$ [N/mm ²]	N_{ua} [kN]	ϕN_{sa} [kN]	z [mm]	n	d_o [mm]
2.00	399.90	106.401	187.499	45	0.500	32

Cálculos

M_s^0 [kNm]	$\left(1 - \frac{N_{ua}}{\phi N_{sa}}\right)$	M_s [kNm]	L_b [mm]
1.508	0.433	0.652	61

Resultados

V_s^M [kN]	ϕ_{steel}	ϕV_s^M [kN]	V_{ua} [kN]
21.427	0.650	13.928	4.181

Empresa:
 Proyectista: Adrián Berdasco
 Dirección:
 Teléfono | Fax: |
 E-mail:

Página: 5
 Proyecto: Trabajo Fin de Máster
 Sub Proyecto | Pos. No.:
 Fecha: 6/3/2019

4.3 Fallo por desconchamiento

$$V_{cp,g} = k_{cp} \left[\left(\frac{A_{Nc}}{A_{Nc0}} \right) \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b \right] \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-41)}$$

$$\phi V_{cp,g} \geq V_{ua} \quad \text{ACI 318-11 Tabla D.4.1.1}$$

A_{Nc} Ver ACI 318-11, Parte D.5.2.1, Fig. RD.5.2.1(b)

$$A_{Nc0} = 9 h_{ef}^2 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-5)}$$

$$\psi_{ec,N} = \left(\frac{1}{1 + \frac{2 e_N}{3 h_{ef}}} \right) \leq 1.0 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-8)}$$

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \left(\frac{c_{a,min}}{1.5 h_{ef}} \right) \leq 1.0 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-10)}$$

$$\psi_{cp,N} = \text{MAX} \left(\frac{c_{a,min}}{c_{ac}}, \frac{1.5 h_{ef}}{c_{ac}} \right) \leq 1.0 \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-12)}$$

$$N_b = k_c \lambda_a \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1.5} \quad \text{ACI 318-11 Eq. (D-6)}$$

Variables

k_{cp}	h_{ef} [mm]	$e_{c1,N}$ [mm]	$e_{c2,N}$ [mm]	$c_{a,min}$ [mm]
2	87	0	0	130
$\psi_{c,N}$	c_{ac} [mm]	k_c	λ_a	f'_c [psi]
1.250	-	24	1.000	4351

Cálculos

A_{Nc} [mm ²]	A_{Nc0} [mm ²]	$\psi_{ec1,N}$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{ed,N}$	$\psi_{cp,N}$	N_b [kN]
457600	67600	1.000	1.000	1.000	1.000	44.384

Resultados

$V_{cp,g}$ [kN]	$\phi_{concrete}$	$\phi V_{cp,g}$ [kN]	V_{ua} [kN]
751.113	0.700	525.779	33.449

5 Cargas combinadas de tracción y cortante

β_N	β_V	ζ	Utilización $\beta_{N,V}$ [%]	Resultado
0.839	0.300	5/3	89	OK

$$\beta_{NV} = \beta_N^{\zeta} + \beta_V^{\zeta} \leq 1$$

6 Avisos

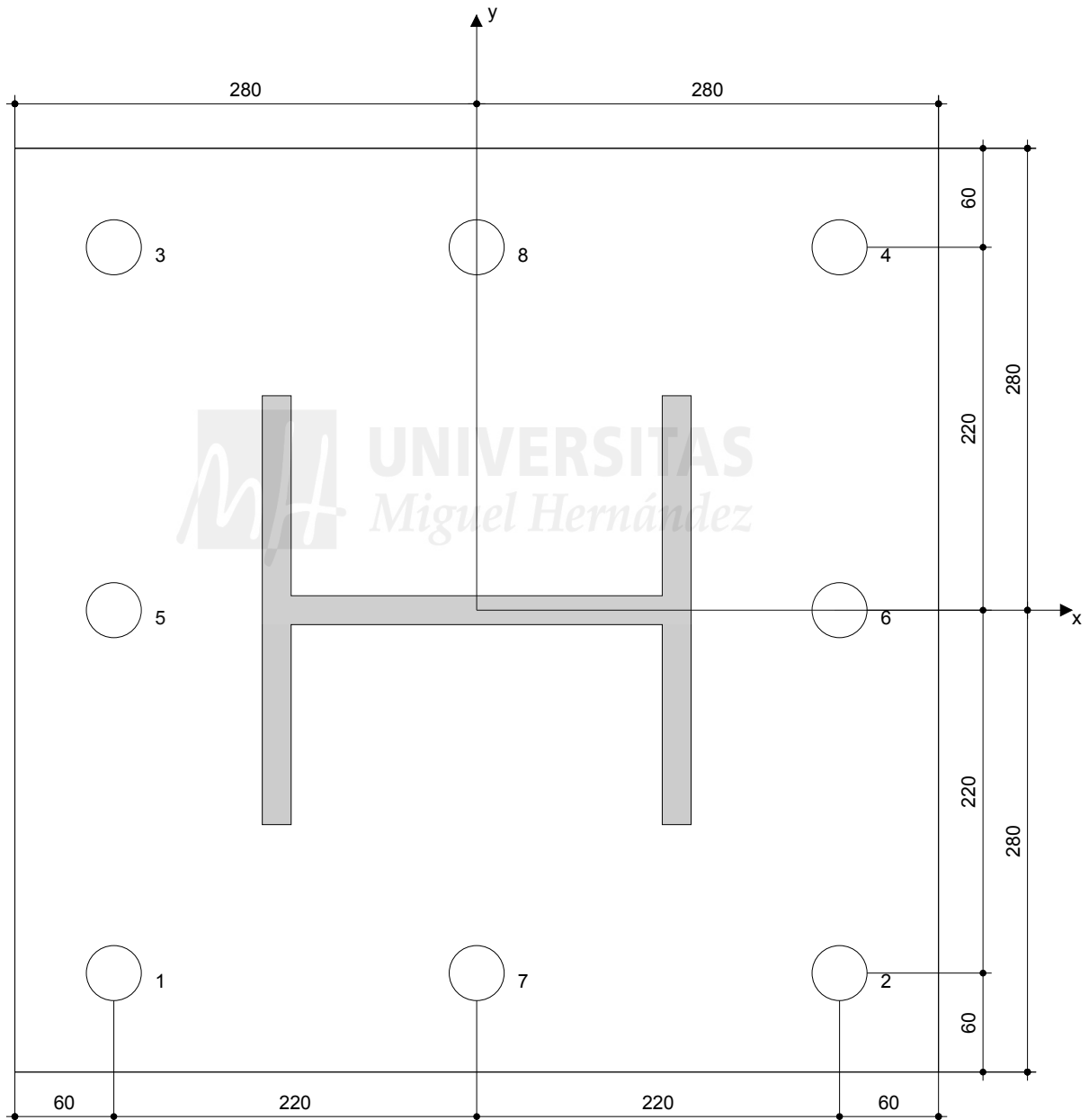
- No se considera la redistribución de carga entre los acalajes debido a deformaciones elásticas de la placa. ¡Se asume que la placa es suficientemente rígida, para evitar que se deforme cuando se somete a cargas! ¡Los datos de entrada y resultados deben ser comprobados para verificar que se encuentran conformes con las condiciones existentes y que sean admisibles!
- La condición A se aplica cuando se emplea refuerzo suplementario. El factor Φ se incrementa por filas resistencias de diseño que no sean del acero, excepto resistencia de Pullout y Pryout. La condición B se aplica cuando no se emplea refuerzo suplementario y para resistencia a Pullout y Pryout. Refer to ACI 318, Part D.4.4(c).
- ¡El ACI318 no tiene en cuenta la flexión de los anclajes; no obstante, Hilti recomienda la evaluación de esta capacidad durante el proyecto!
- La verificación de la transferencia de cargas al material base debe ser verificada de acuerdo con el ACI 318!
- El diseño de la armadura no está recogido en PROFIS Anchor. Para información sobre armadura, consultar parte D.5.2.9 de ACI 318-11.
- El diseño de la armadura no está recogido en PROFIS Anchor. Para información sobre armadura, consultar parte D.6.2.9 de ACI 318-11.
- Refuerzo de anclaje ha sido seleccionado como opción de diseño, los cálculos deben ser comparados con los cálculos de PROFIS.

¡La fijación cumple los criterios de diseño!

7 Datos de instalación

Placa de anclaje, acero: -
 Perfil: IPB/HEB; 260 x 260 x 18 x 18 mm
 Diámetro de taladro en chapa: $d_t = 33$ mm
 Espesor de placa (introducir): 30 mm
 Espesor de placa recomendado: no calculado
 Limpieza: No se requiere limpieza de taladro

Tipo y tamaño de anclaje: Hex Head ASTM F 1554 GR. 36 1 1/4
 Par de apriete de instalación: 0.000 kNm
 Diámetro de taladro en material base: - mm
 Profundidad de taladro (min/max): 430 mm
 Mínimo espesor del material base: 490 mm



Coordenadas del anclaje mm

Anclaje	x	y	C _{-x}	C _{+x}	C _{-y}	C _{+y}	Anclaje	x	y	C _{-x}	C _{+x}	C _{-y}	C _{+y}
1	-220	-220	130	570	130	570	5	-220	0	130	570	350	350
2	220	-220	570	130	130	570	6	220	0	570	130	350	350
3	-220	220	130	570	570	130	7	0	-220	350	350	130	570
4	220	220	570	130	570	130	8	0	220	350	350	570	130

Empresa:		Página:	7
Proyectista:	Adrián Berdasco	Proyecto:	Trabajo Fin de Máster
Dirección:		Sub Proyecto Pos. No.:	
Teléfono Fax:		Fecha:	6/3/2019
E-mail:			

8 Observaciones;comentarios

- Toda la información y todos los datos contenidos en el software sólo se refieren a la utilización de los productos Hilti y están fundados en principios, fórmulas y normativas de seguridad conformes a las consignas técnicas de Hilti y en instrucciones de operación, montaje, ensamblaje, etc., que el usuario debe seguir exhaustivamente. Todas las cifras que en ellos constan son medias; por lo tanto, se deben realizar pruebas específicas de utilización antes de la utilización del producto Hilti aplicable. Los resultados de los cálculos ejecutados mediante el software reposan básicamente en los datos que usted introduce en el mismo. Por lo tanto, es usted el único responsable de la inexistencia de errores, de la exhaustividad y la pertinencia de los datos introducidos por usted mismo. Asimismo, es usted el único responsable de la verificación de los resultados del cálculo y de la validación de los mismos por un experto, en especial en lo referente al cumplimiento de las normas y permisos aplicables previamente a su utilización, en particular para su aplicación. El software sólo sirve de ayuda para la interpretación de las normas y permisos sin ninguna garantía con respecto a la ausencia de errores, la exactitud y la pertinencia de los resultados o su adaptación a una determinada aplicación.
- Debe usted tomar todas las medidas necesarias y razonables para impedir o limitar los daños causados por el software. En especial, debe usted tomar sus disposiciones para efectuar regularmente una salvaguarda de los programas y de los datos y, de ser aplicable, ejecutar las actualizaciones regularmente facilitadas por Hilti. Si no utiliza la función AutoUpdate del software, debe usted comprobar que en cada caso usted utiliza la versión actual y puesta al día del software, ejecutando actualizaciones manuales a través del Sitio Web Hilti. Hilti no será considerada como responsable por cualquier consecuencia, tal y como la necesidad de recuperar necesidades o programas perdidos o dañados, que se deriven de un incumplimiento, por su parte, de sus obligaciones.





Máster Universitario en Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones por la
Universidad Miguel Hernández



TRABAJO FIN DE MÁSTER PLANOS

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES



Alumno

Adrián Berdasco Fernández

Director

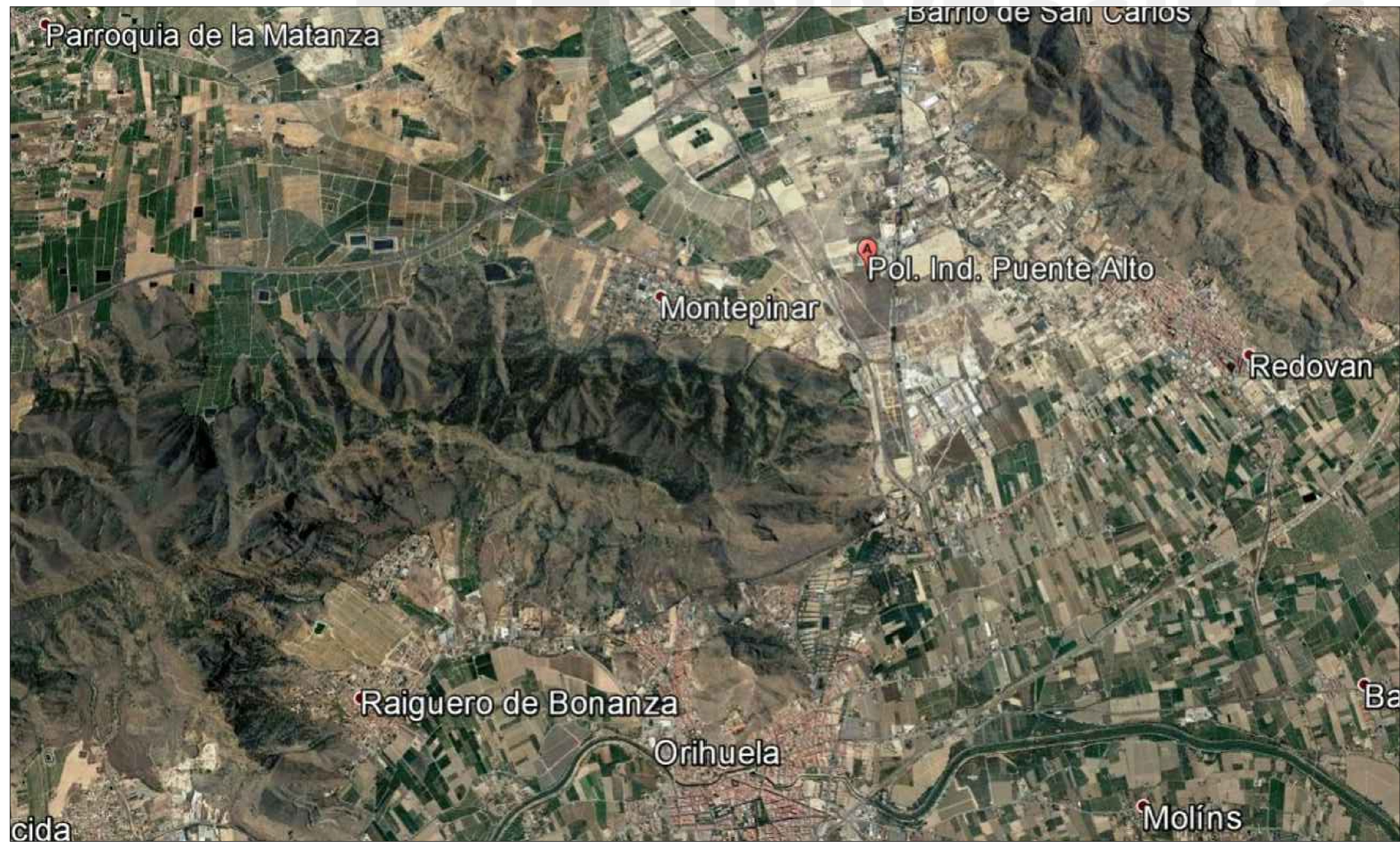
José Antonio Flores Yepes

Junio de 2019



PLANTA DE SITUACIÓN

LOCALIDAD: ORIHUELA (ALICANTE)



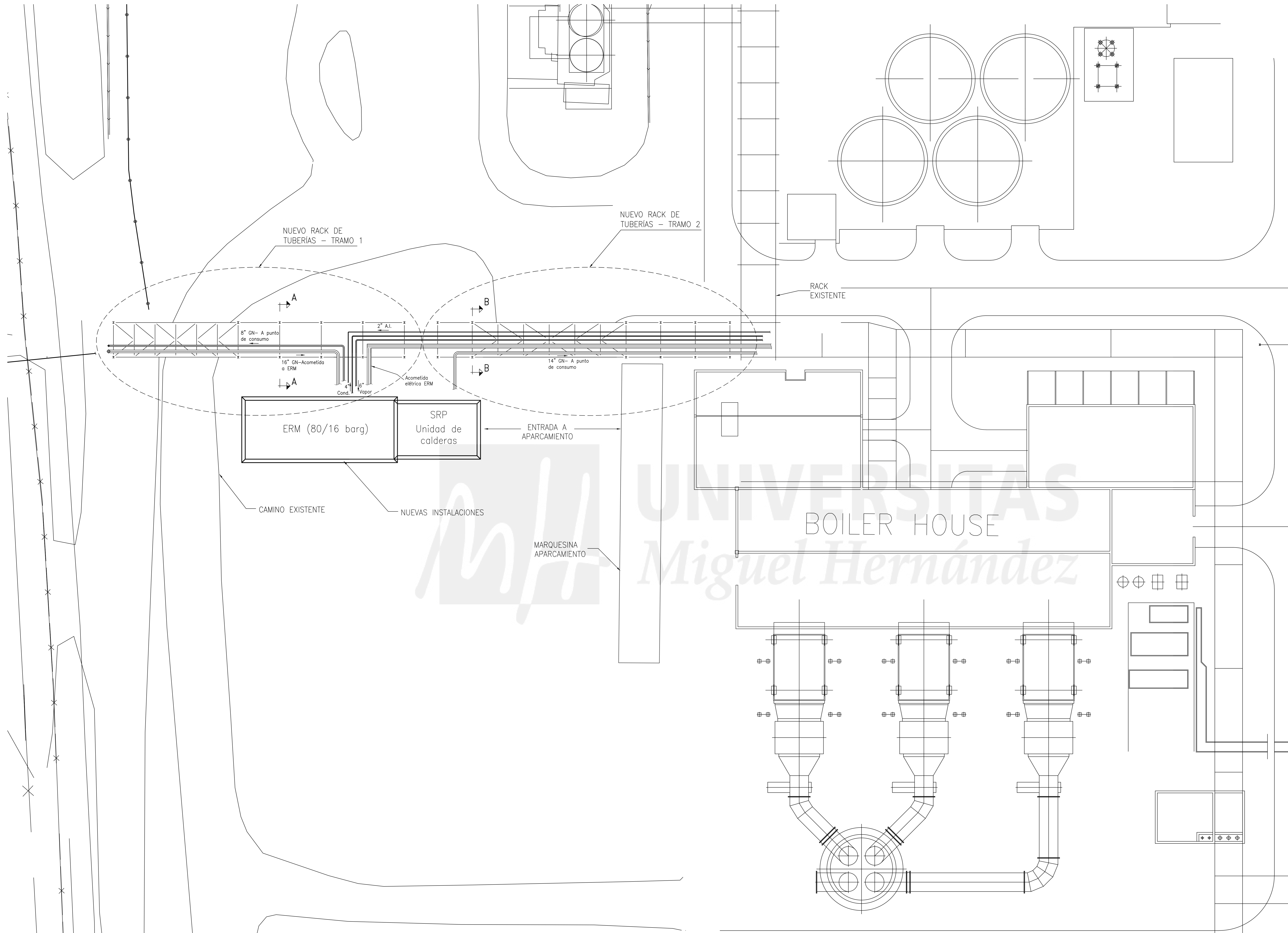
PLANTA DE SITUACIÓN

POLIGONO INDUSTRIAL PUENTE ALTO (ORIHUELA)

NOTAS:

1. PARA EMPLAZAMIENTO DENTRO DE LA FABRICA VER PLANO 1.2.

		MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES
ASIGNATURA	TRABAJO FIN DE MÁSTER	
PROYECTO	Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones	
FECHA	JUNIO 2018	DESCRIPCIÓN
ESCALA	SIN ESCALA	EL ALUMNO
SITUACIÓN	SITUACIÓN	
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA	Adrián Berdasco Fernández	
PLANO N°	1.1	

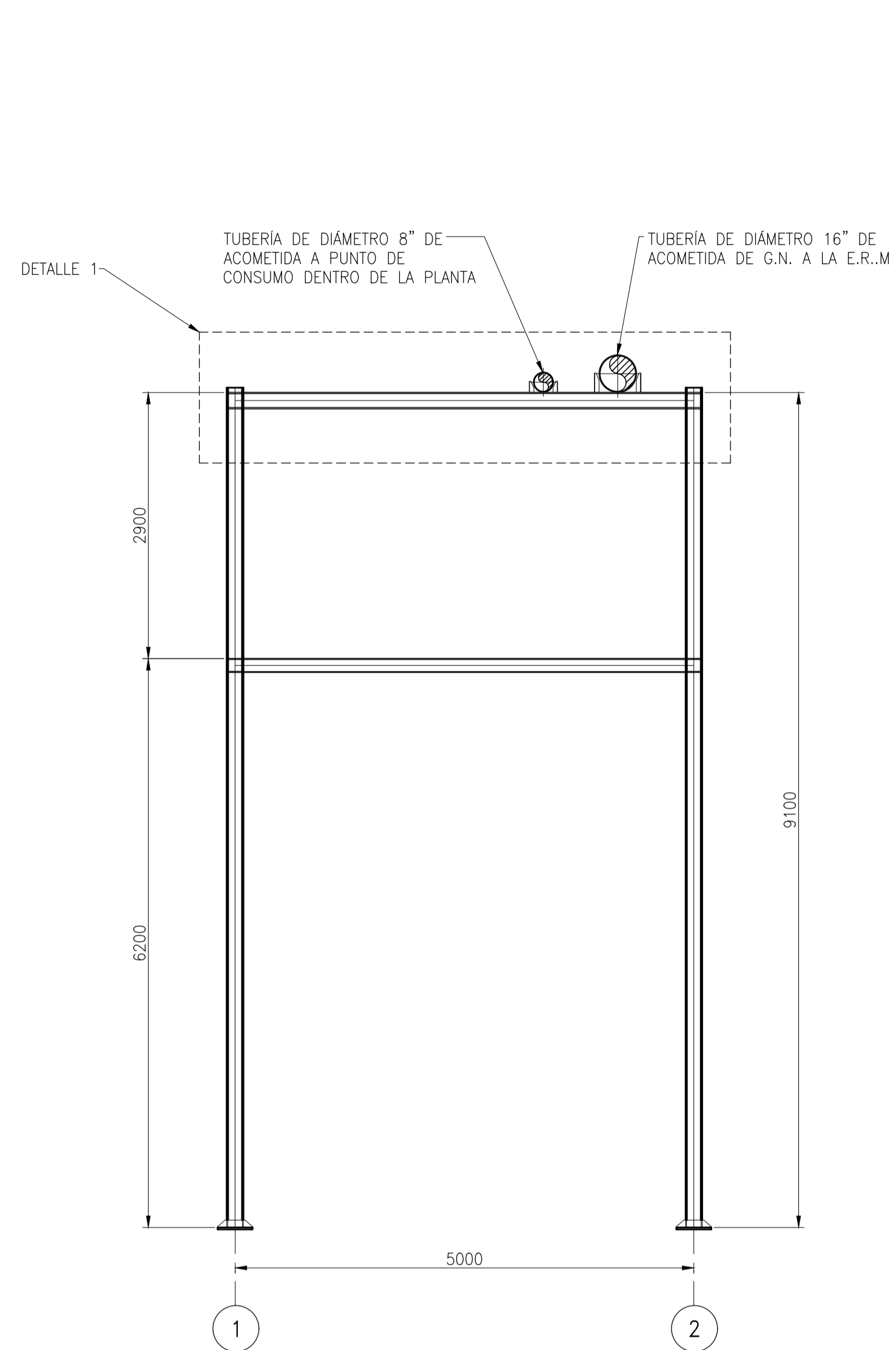


NOTAS:

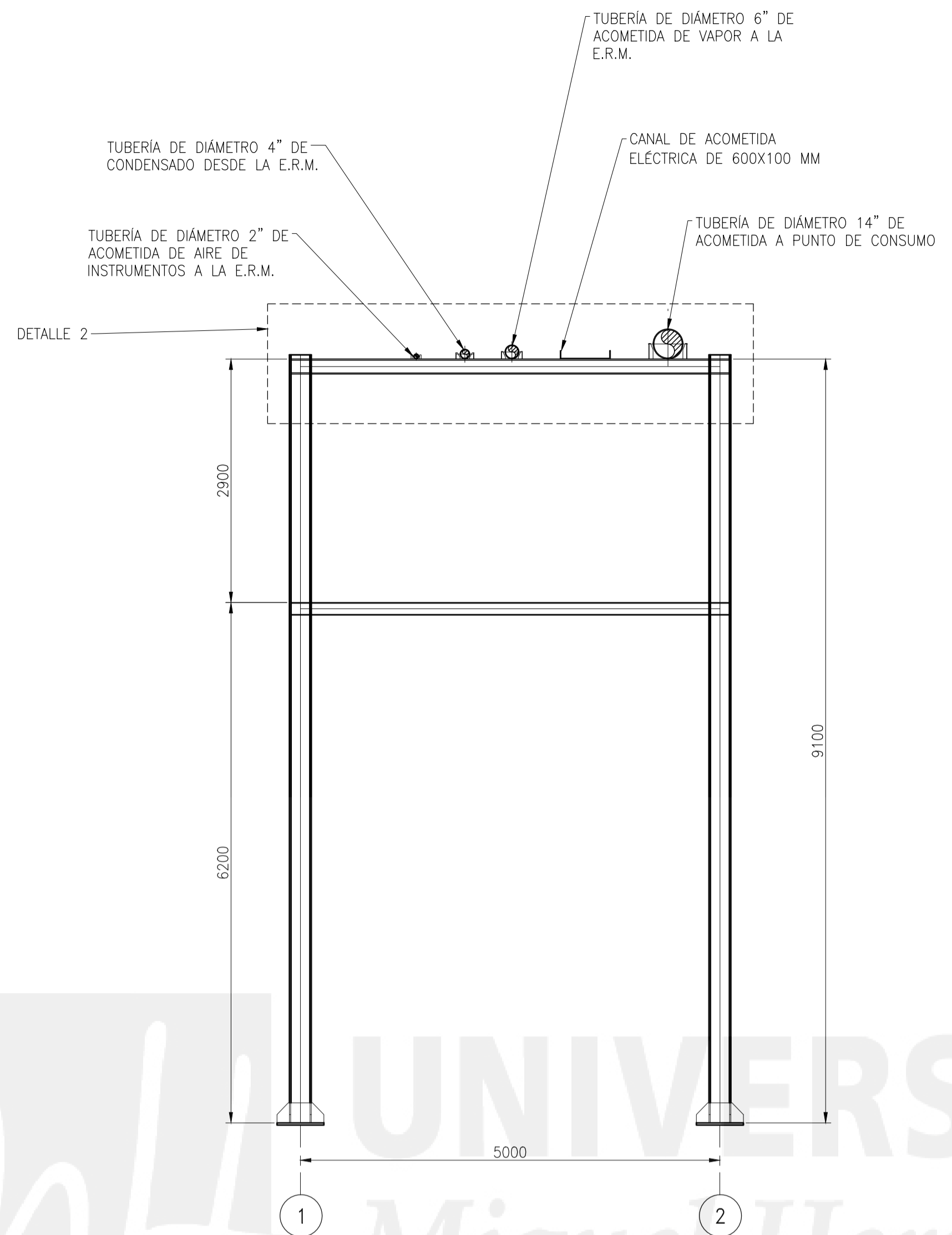
1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
2. PARA SECCIONES A-A Y B-B DE IMPLANTACIÓN DE LAS INSTALACIONES VER PLANO 1.2.
3. PARA NUEVO RACK DE TUBERÍAS EN SU PRIMER TRAMO VER PLANO 2.1.
4. PARA NUEVO RACK DE TUBERÍAS EN SU SEGUNDO TRAMO VER PLANO 2.2.

PLANTA DE EMPLAZAMIENTO
NUEVOS RACKS DE TUBERIAS

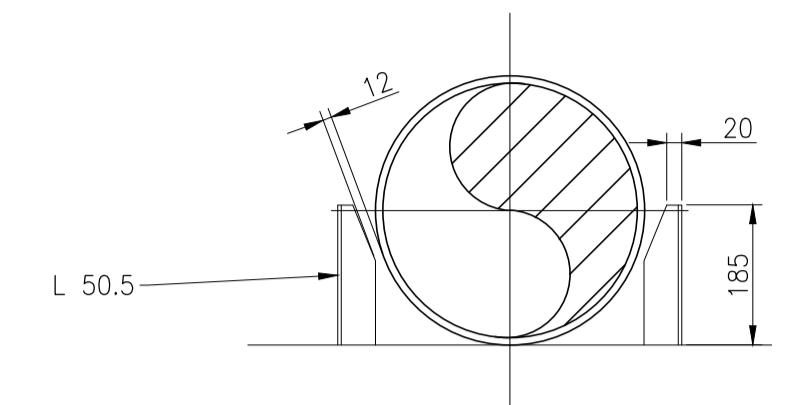
UNIVERSITAS Miguel Hernández		MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES
ASIGNATURA	TRABAJO FIN DE MÁSTER	
PROYECTO	Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones	
FECHA: junio 2010	DESCRIPCIÓN:	EL ALUMNO:
ESCALA: 1/200	EMPLAZAMIENTO EN EL INTERIOR DE LA FÁBRICA	Adrián Berdasco Fernández
SITUACIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE OBRAS.	PLANO N°: 1.2	



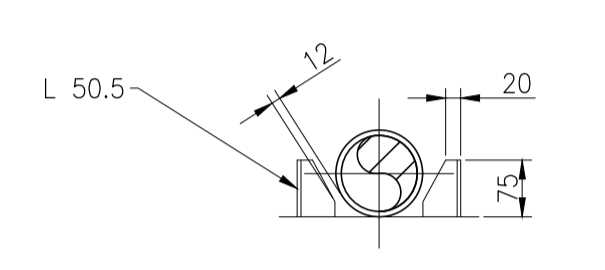
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:50



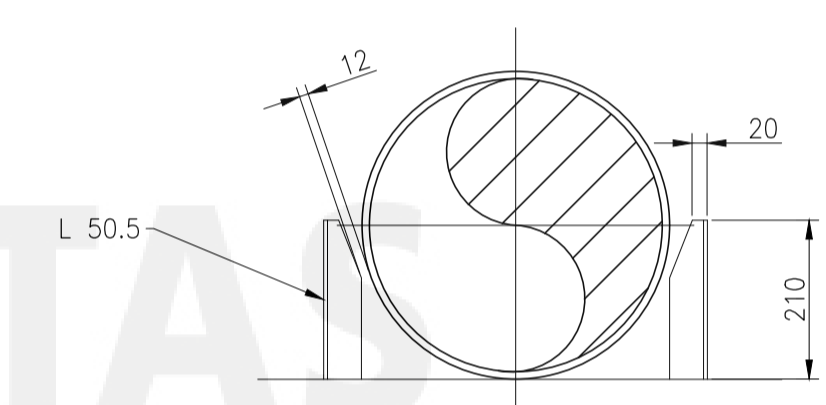
SECCIÓN B-B
ESCALA 1:50



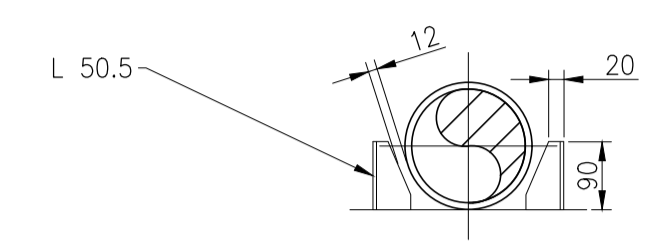
SOPORTE 1
ESCALA 1:10



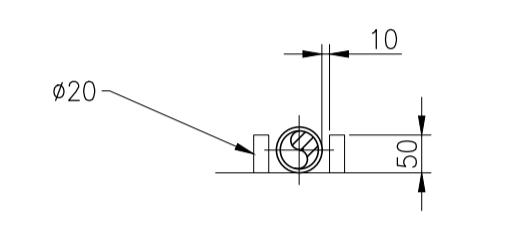
SOPORTE 3
ESCALA 1:10



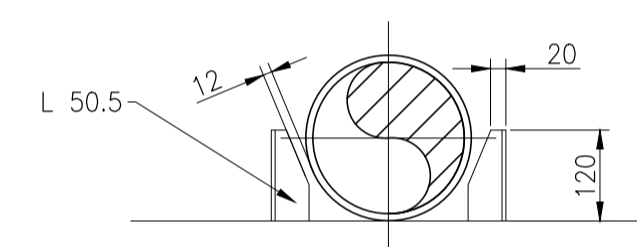
SOPORTE 5
ESCALA 1:10



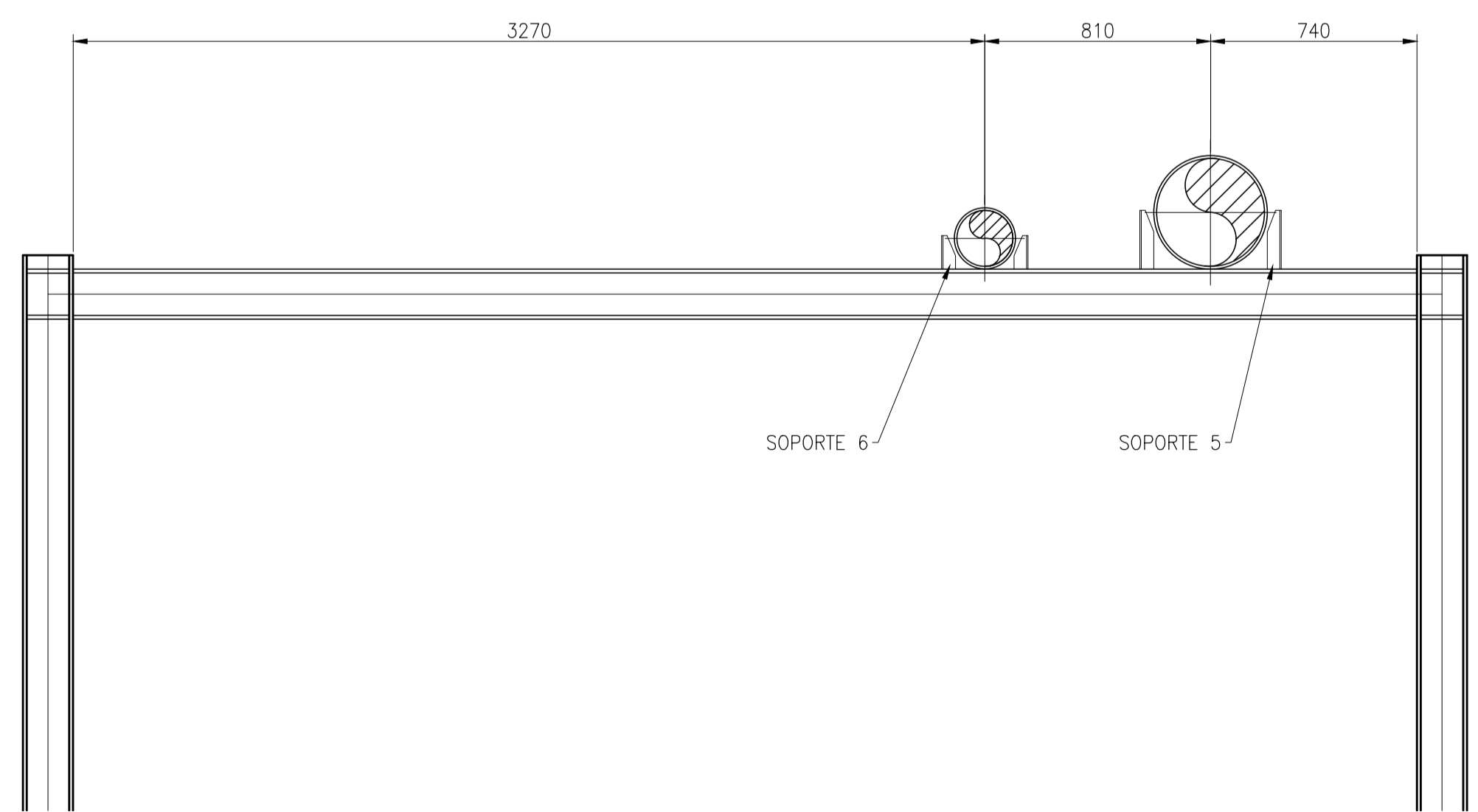
SOPORTE 2
ESCALA 1:10



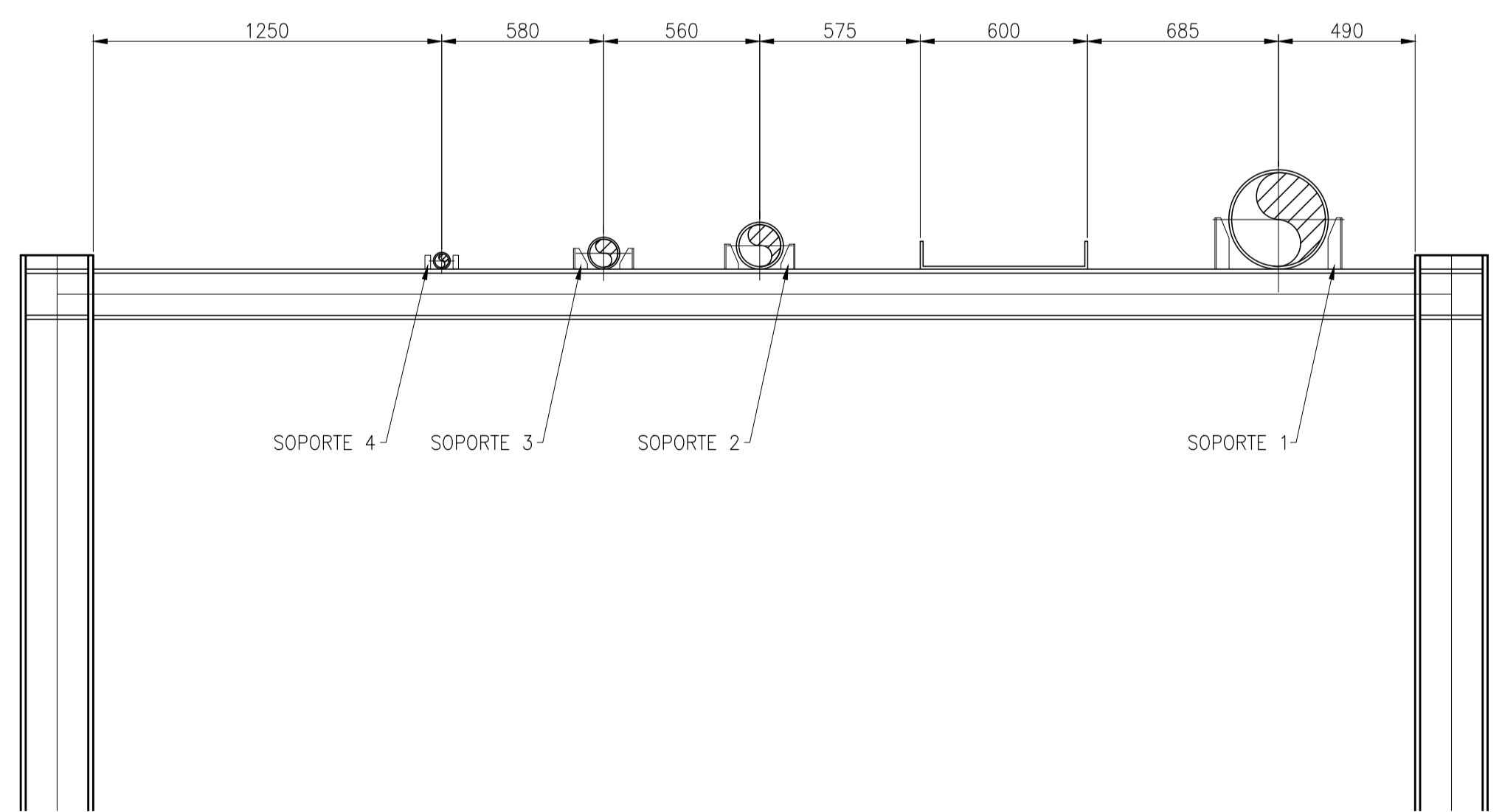
SOPORTE 4
ESCALA 1:10



SOPORTE 6
ESCALA 1:10



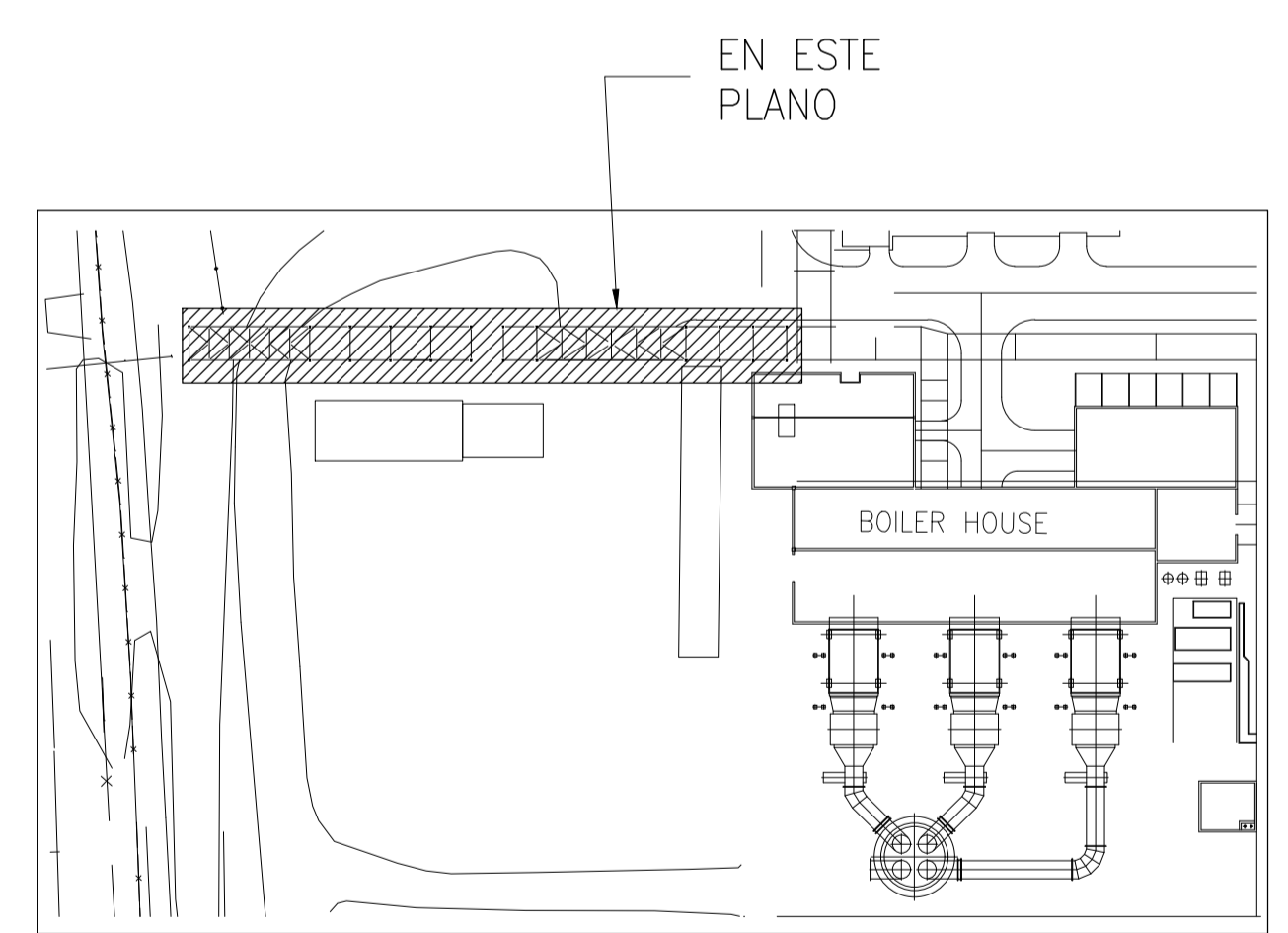
DETALLE 1
ESCALA 1:20



DETALLE 2
ESCALA 1:20

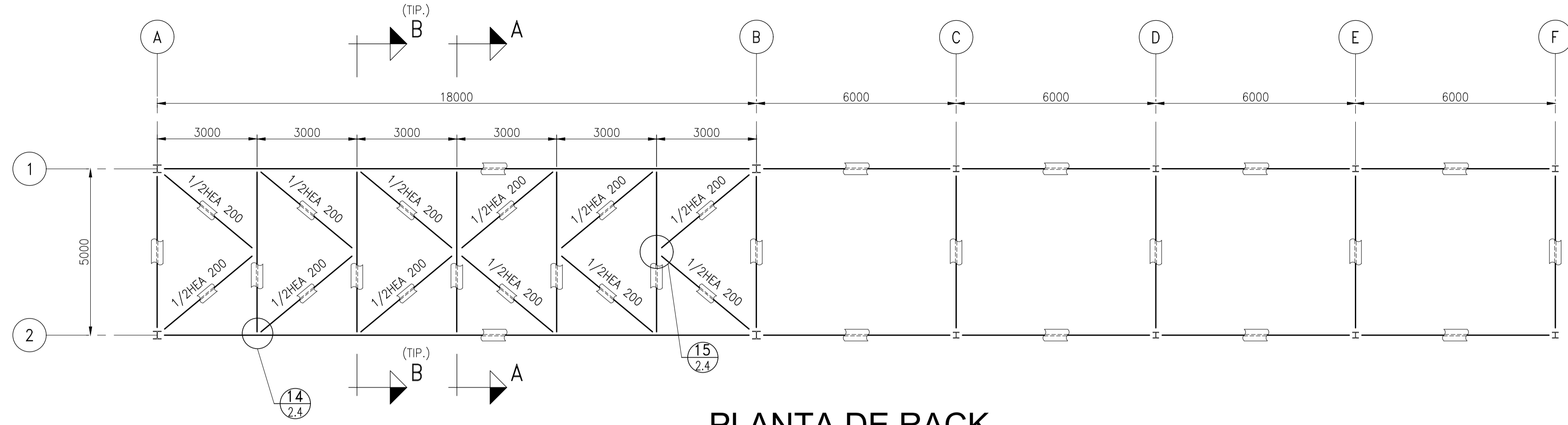
NOTAS:

1. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN MILIMETROS Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
2. PARA UBICACIÓN E IMPLANTACIÓN DE LAS INSTALACIONES VER PLANO 1.1.
3. PARA NUEVO RACK DE TUBERIAS EN SU PRIMER TRAMO VER PLANO 2.1.
4. PARA NUEVO RACK DE TUBERIAS EN SU SEGUNDO TRAMOS VER PLANO 2.2.



PLANO LLAVE

MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES		
ASIGNATURA TRABAJO FIN DE MÁSTER	PROYECTO Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones	
FECHA Junio 2019	DESCRIPCIÓN Según se indica	EL ALUMNO Adrián Berdasco Fernández
SITUACIÓN ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA	IMPLANTACIÓN INSTALACIONES	
PLANO Nº 1.3		

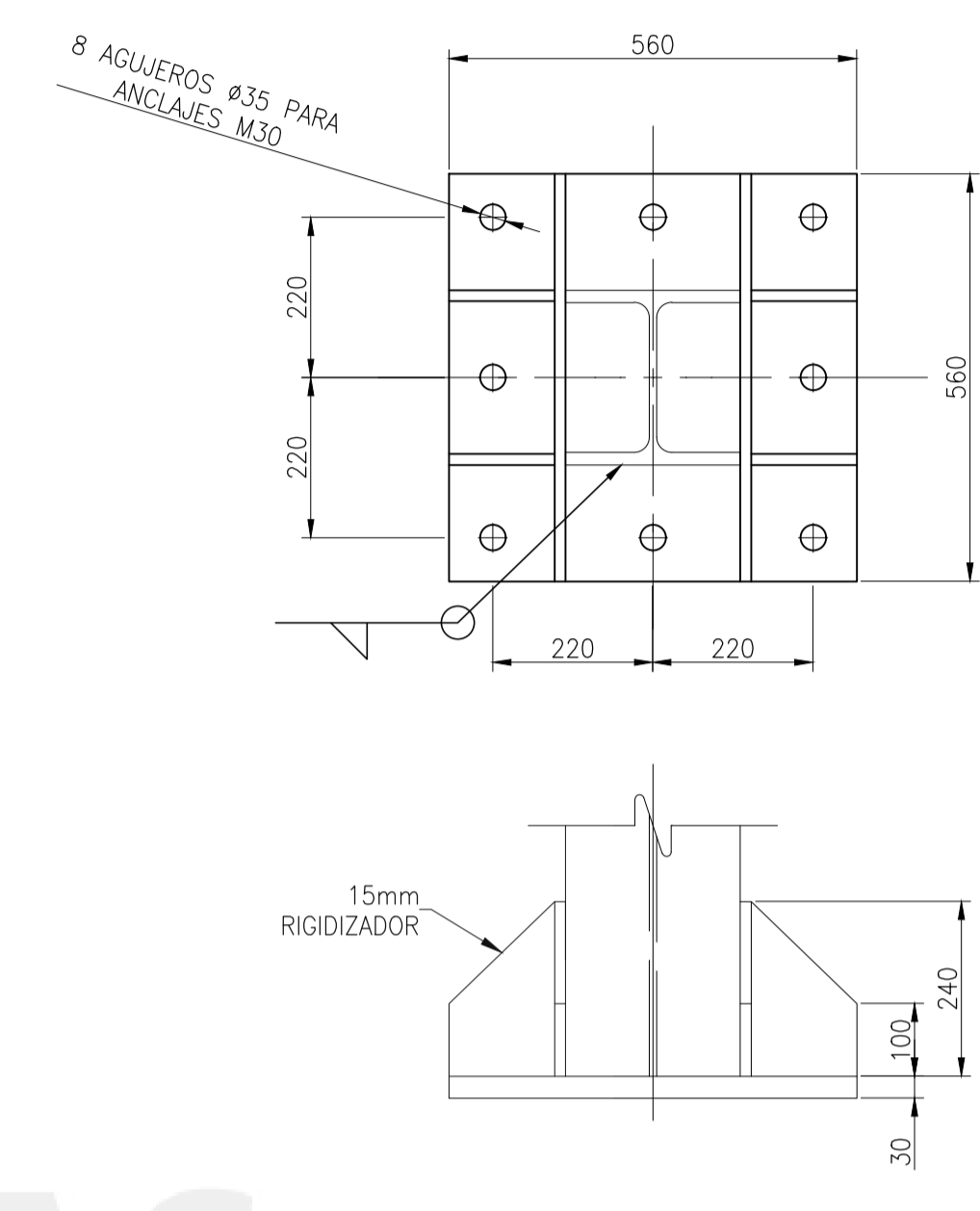


PLANTA DE RACK

ESCALA 1:100

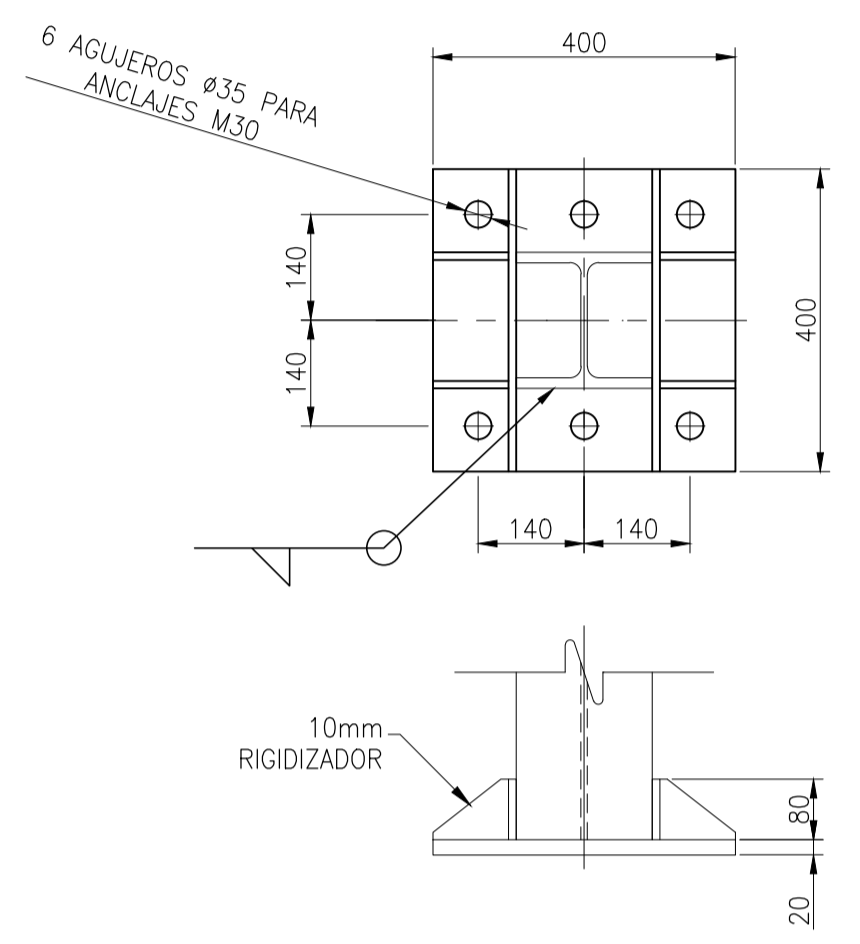
NOTAS:

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS.
- 2.- ACERO S275JR
- 3.- TODA LA ESTRUCTURA METÁLICA RECIBIRÁ EL SIGUIENTE TRATAMIENTO:
 - PREPARACIÓN SUPERFICIES POR CHORREO AL GRADO Sa 2 1/2, SEGÚN SIS 055900
 - CAPA DE IMPRIMACIÓN EPOXI RICA EN ZN DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - CAPA INTERMEDIA EPOXI DE ESPESOR 80 MICRAS.
 - CAPA DE ACABADO EPOXI DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - ESPESOR TOTAL DE 180 MICRAS DE PELÍCULA SECA
- 4.- TODAS LAS UNIONES SON ARTICULADAS A EXCEPCIÓN DE LAS INDICADAS CON EL SÍMBOLO ► QUE SERÁN RÍGIDAS. ESTARÁN MARCADAS EN LOS ALZADOS SALVO CUANDO NO SE VEAN LAS UNIONES, QUE SE INDICARÁN EN LAS PLANTAS.
- 5.- PARA NOTAS GENERALES DE ACERO VER PLANO 2.7.



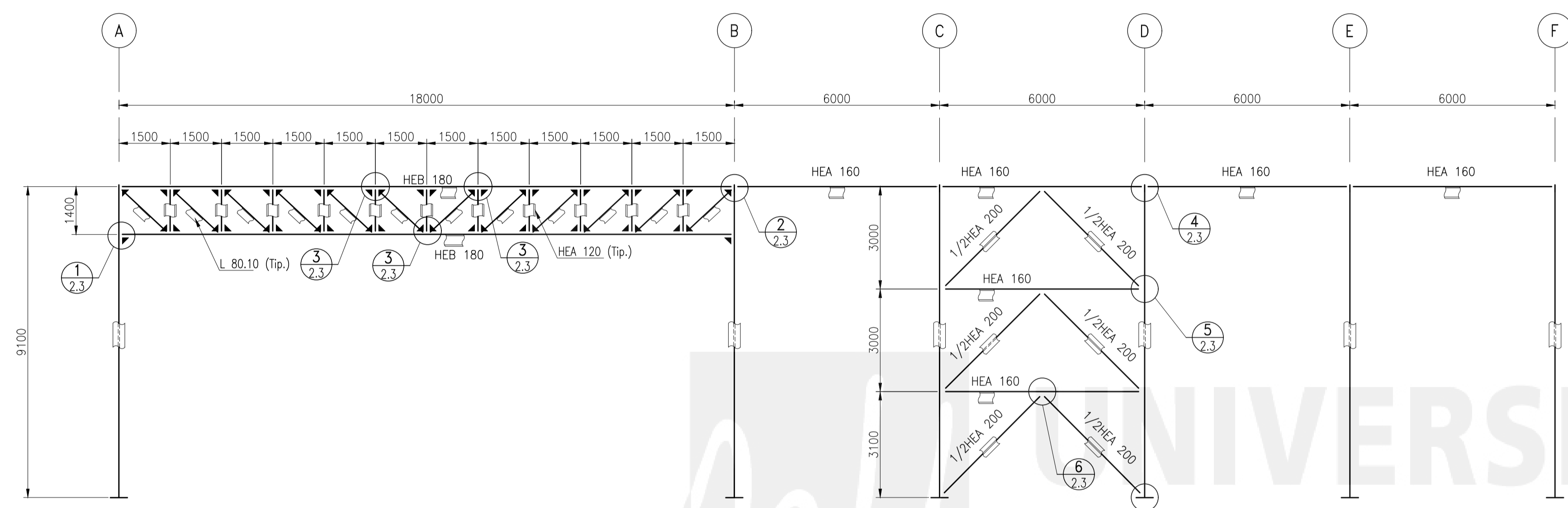
DETALLE 1

PLACA BASE PARA HEB 240
ESCALA 1:10



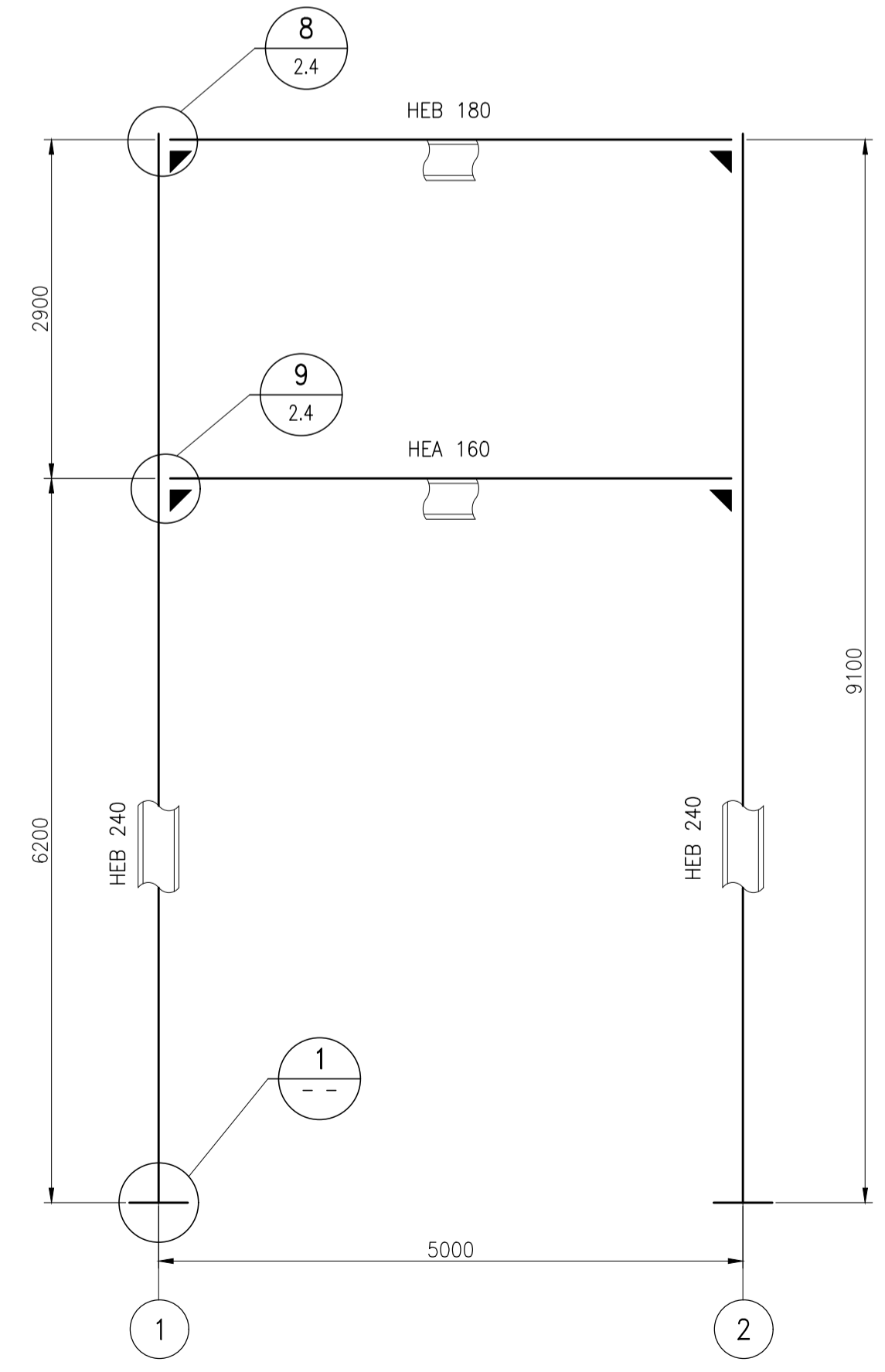
DETALLE 2

PLACA BASE PARA HEB 180
ESCALA 1:10



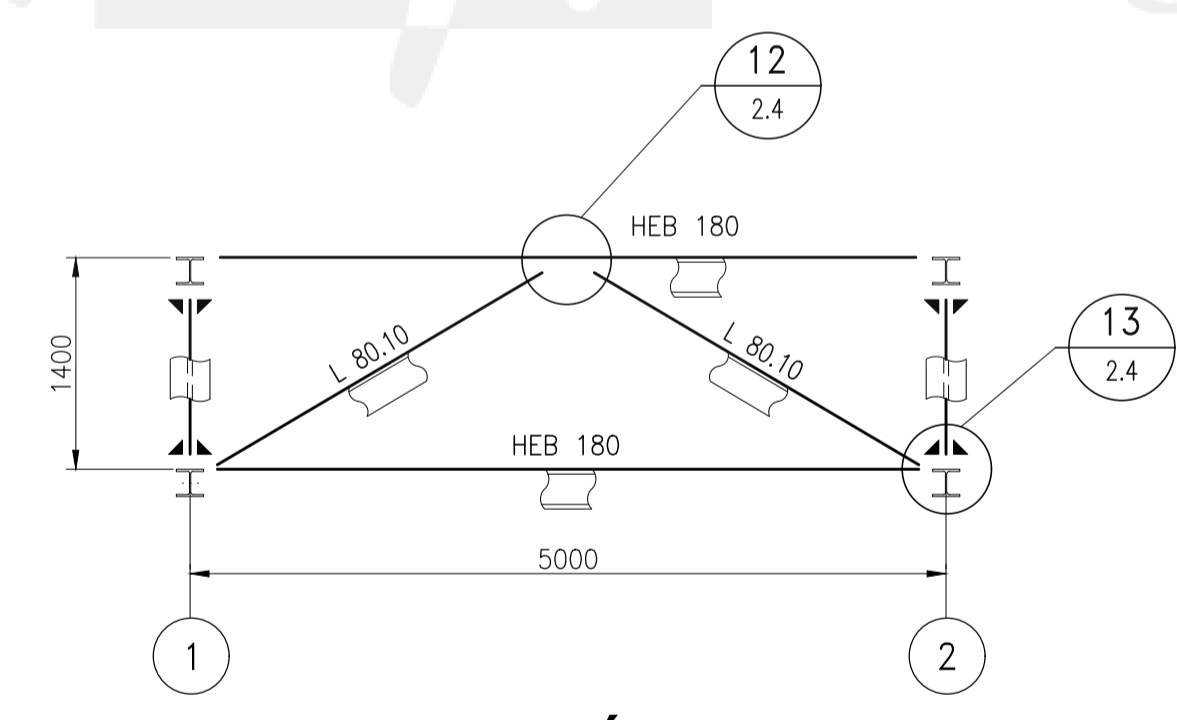
ALINEACIONES 1 Y 2

ESCALA 1:100



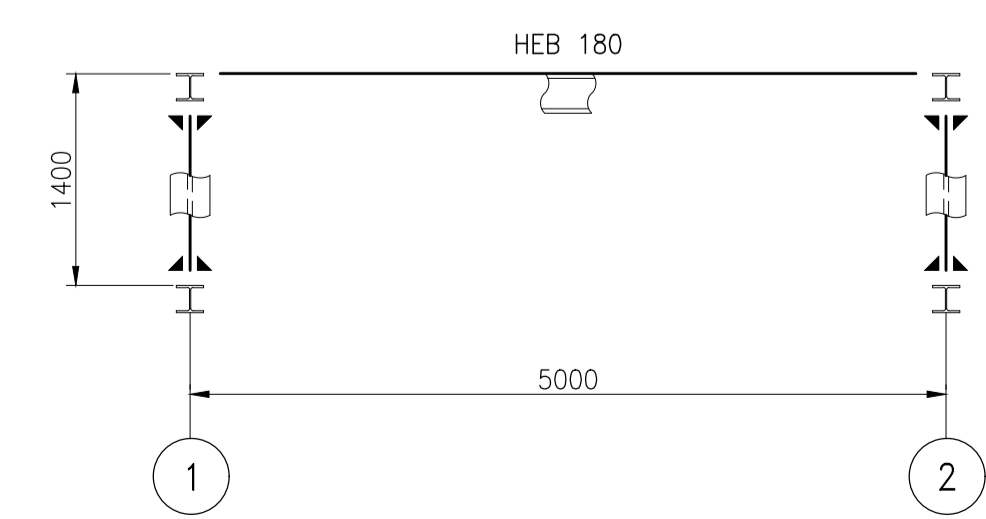
ALINEACIONES A Y B

ESCALA 1:50



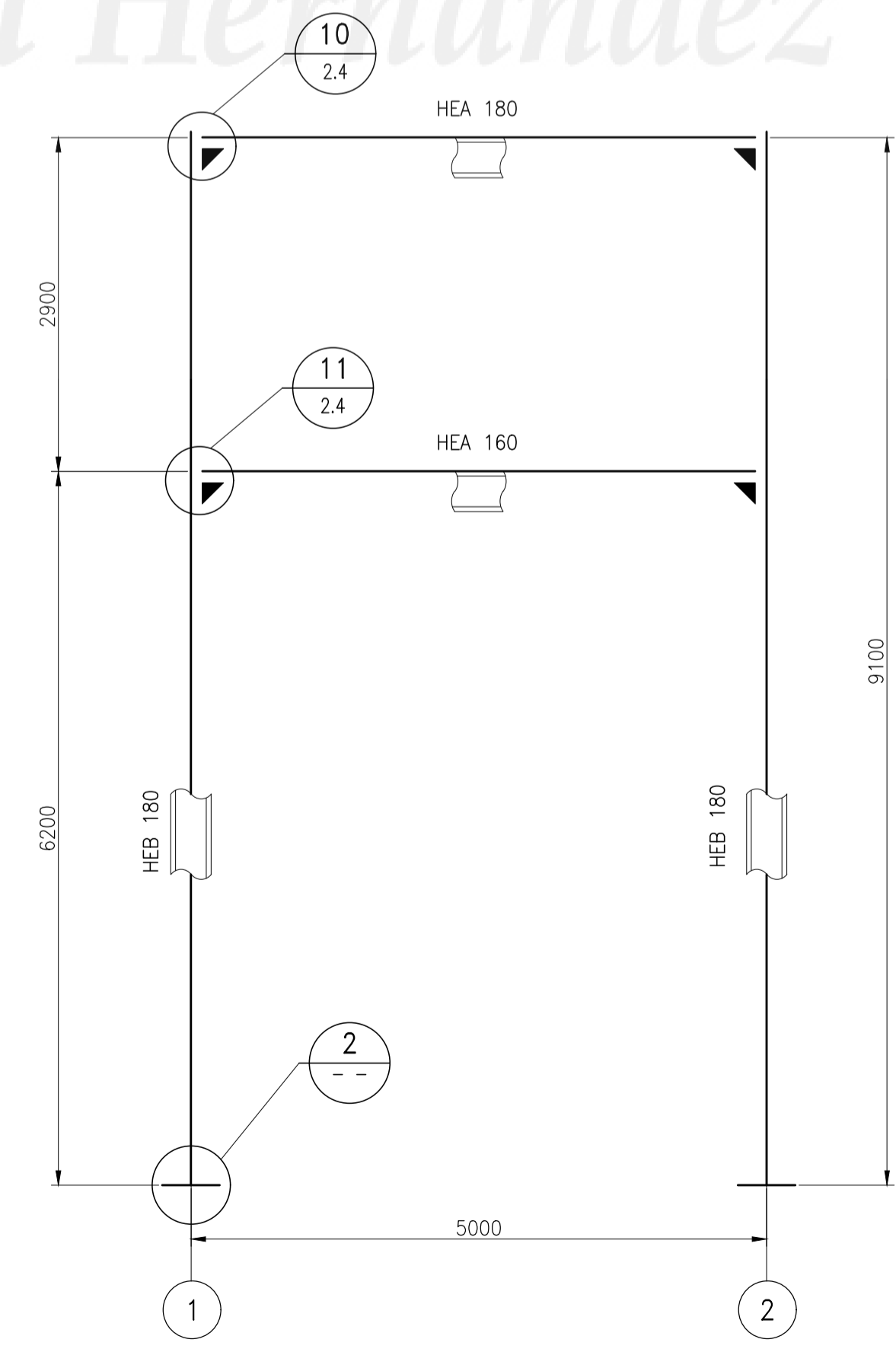
SECCIÓN A-A

ESCALA 1:50



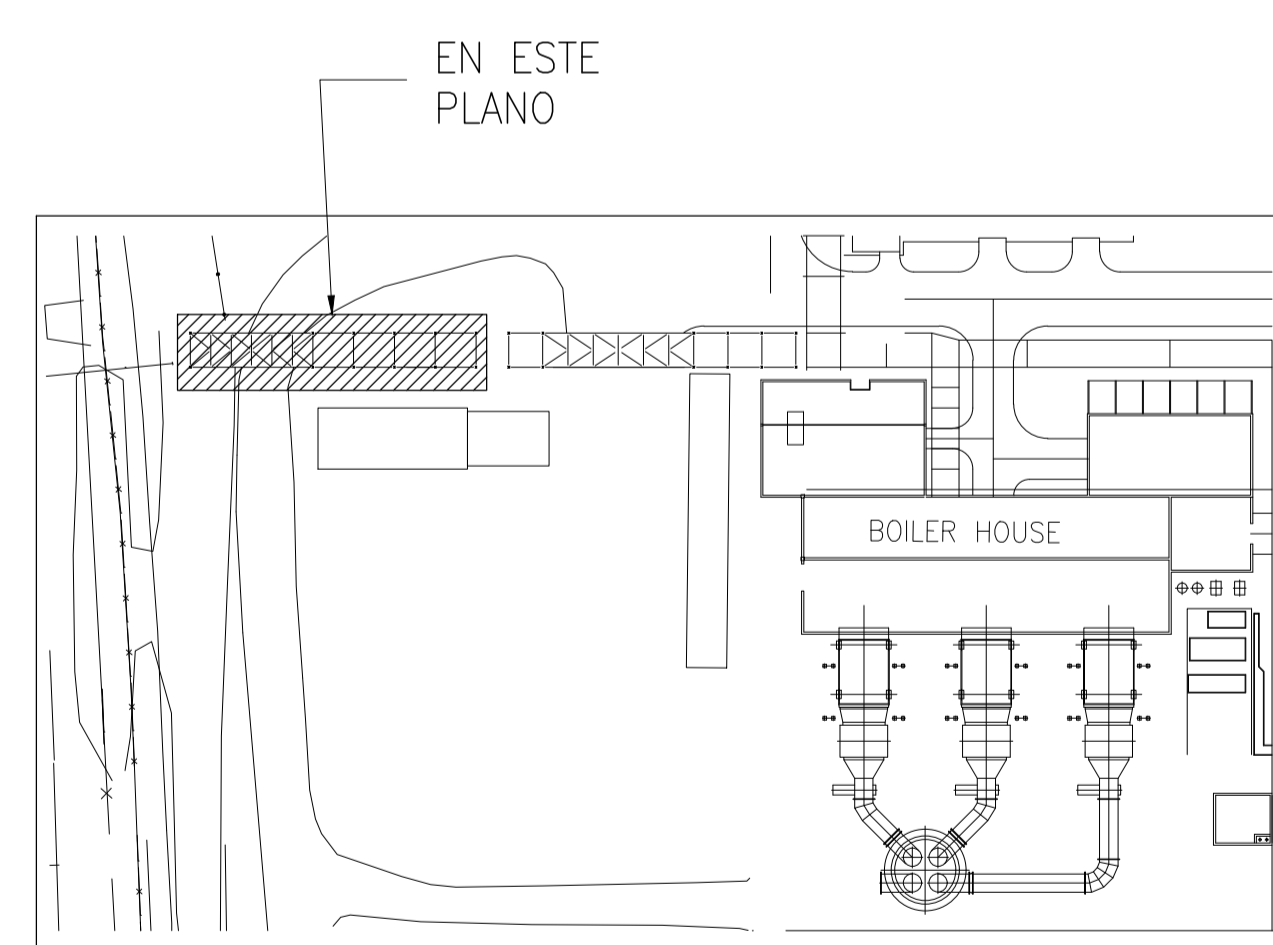
SECCIÓN B-B

ESCALA 1:50



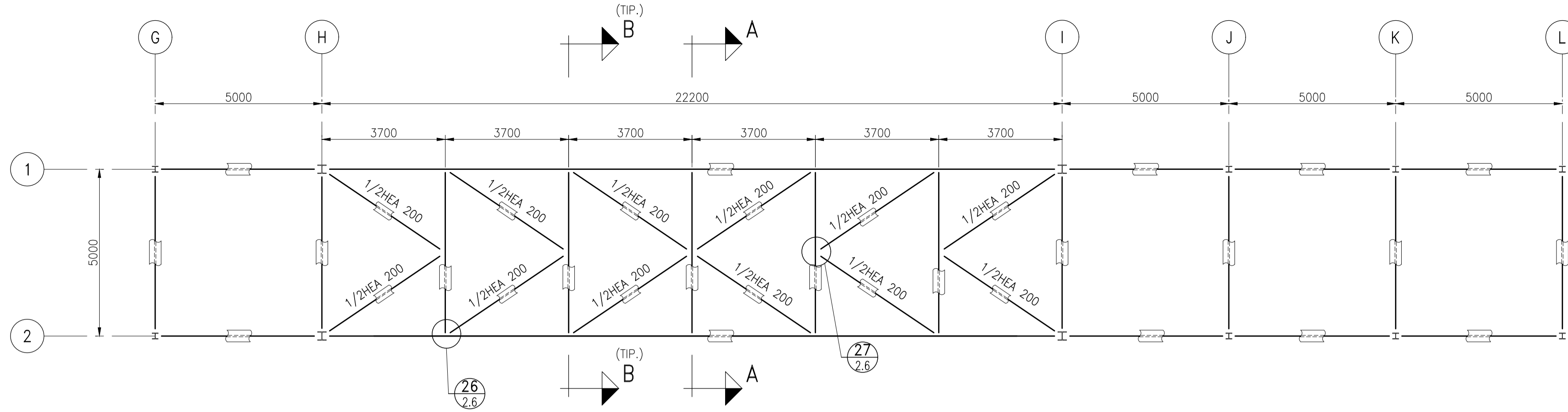
ALINEACIONES C, D, E y F

ESCALA 1:50



PLANO LLAVE

ASIGNATURA TRABAJO FIN DE MÁSTER	PROYECTO Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones
FECHA JUNIO 2019	DESCRIPCIÓN ESTRUCTURA METÁLICA RACK TRAMO 1
ESCALA Según se indica	EL ALUMNO Adrián Berdasco Fernández
SITUACIÓN ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORRHUELA	PLANO N° 2.1

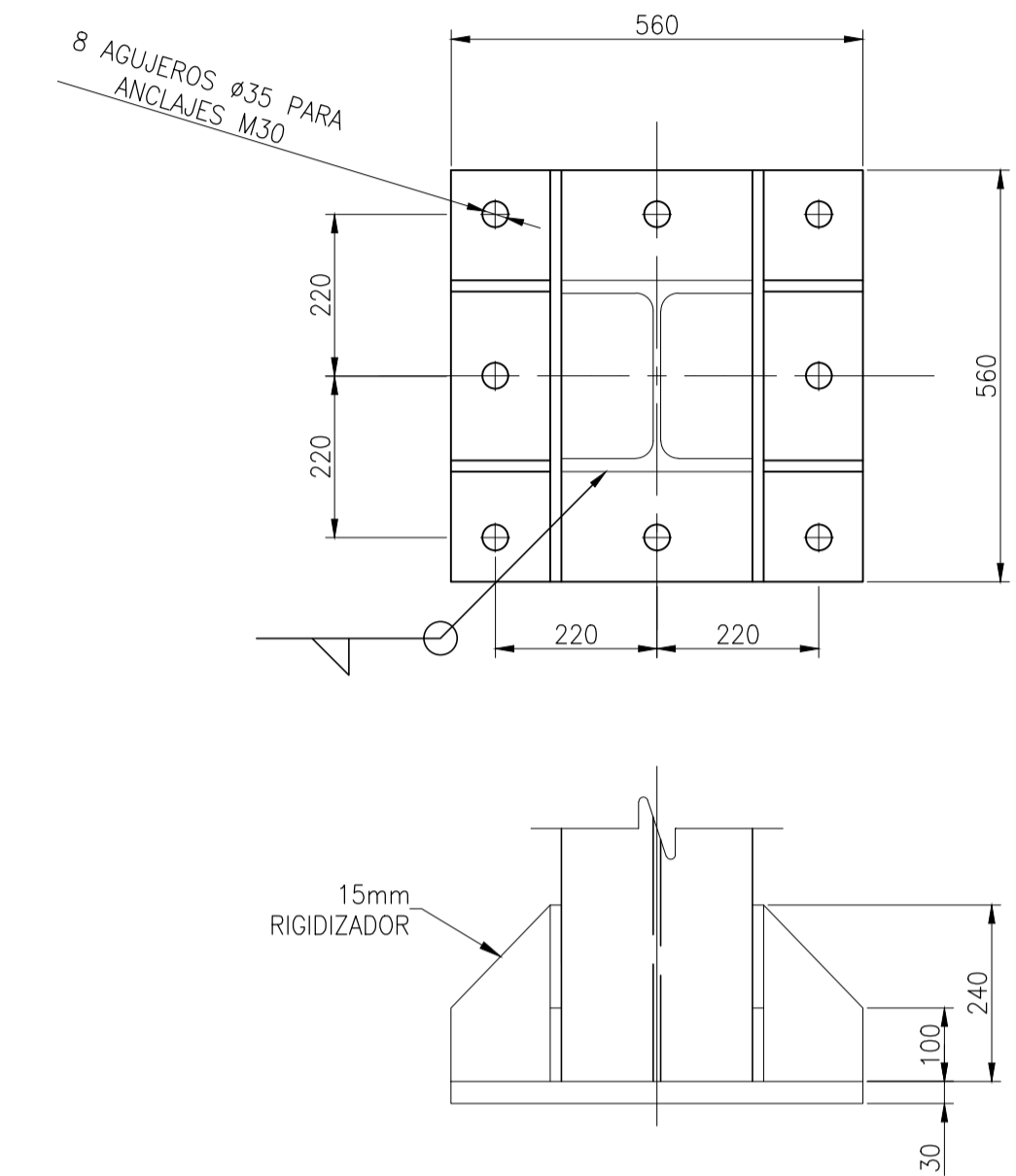


PLANTA DE RACK

ESCALA 1:100

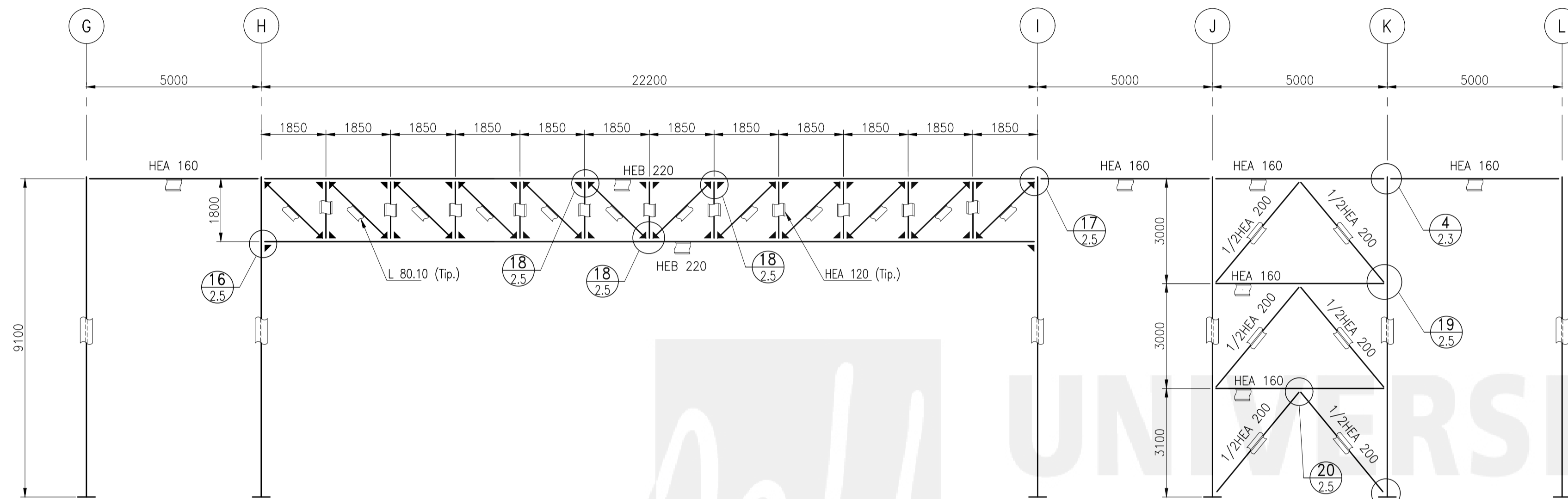
NOTAS:

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILÍMETROS.
- 2.- ACERO S275JR
- 3.- TODA LA ESTRUCTURA METÁLICA RECIBIRÁ EL SIGUIENTE TRATAMIENTO:
 - PREPARACIÓN SUPERFICIES POR CHORREO AL GRADO Sa 2 1/2, SEGÚN SIS 055900
 - CAPA DE IMPRIMACIÓN EPOXI RICA EN ZN DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - CAPA INTERMEDIA EPOXI DE ESPESOR 80 MICRAS.
 - CAPA DE ACABADO EPOXI DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - ESPESOR TOTAL DE 180 MICRAS DE PELÍCULA SECA
- 4.- TODAS LAS UNIONES SON ARTICULADAS A EXCEPCIÓN DE LAS INDICADAS CON EL SÍMBOLO ► QUE SERÁN RÍGIDAS. ESTARÁN MARCADAS EN LOS ALZADOS SALVO CUANDO NO SE VEAN LAS UNIONES, QUE SE INDICARÁN EN LAS PLANTAS.
- 5.- PARA NOTAS GENERALES DE ACERO VER PLANO 2.7.



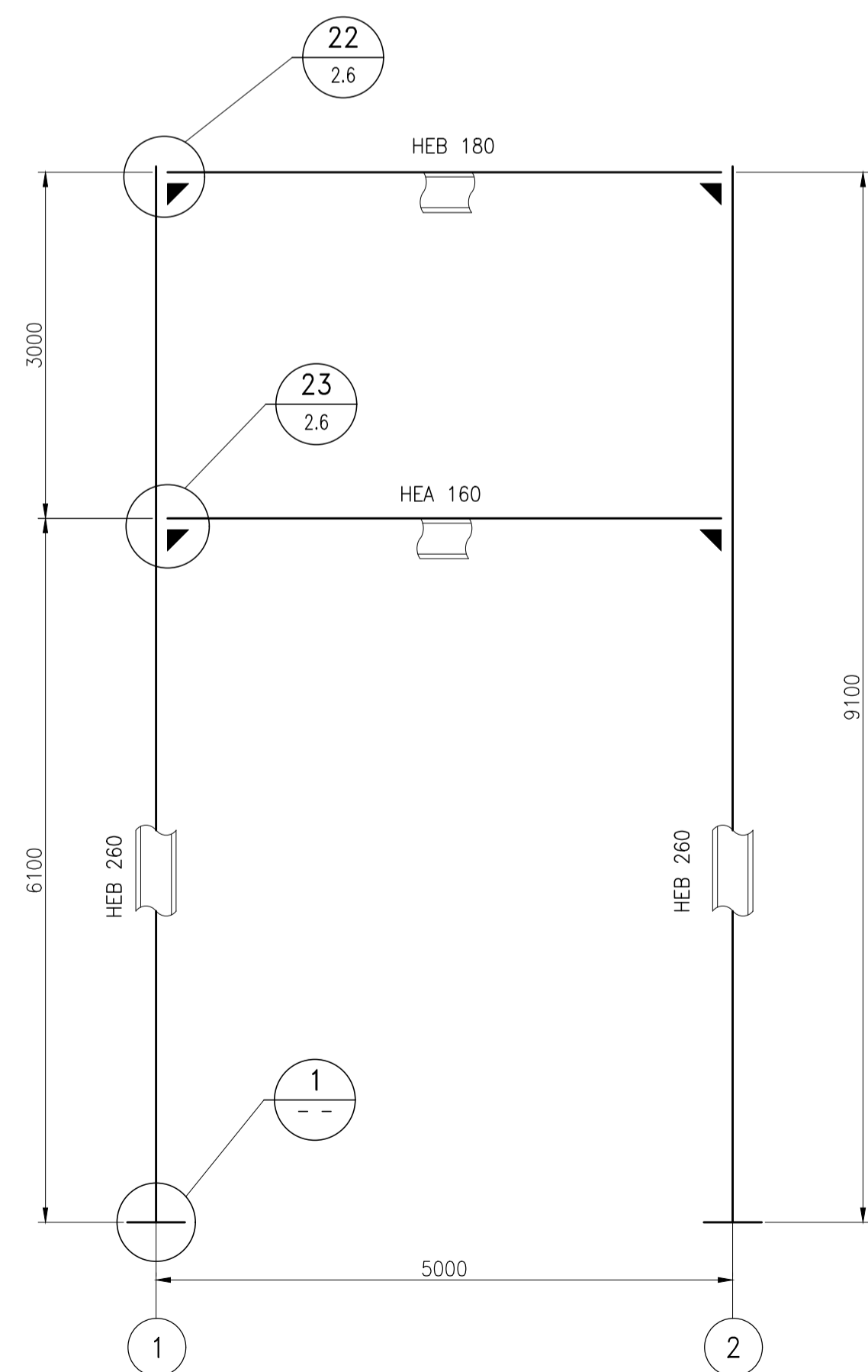
DETALLE 1

PLACA BASE PARA HEB 260
ESCALA 1:10



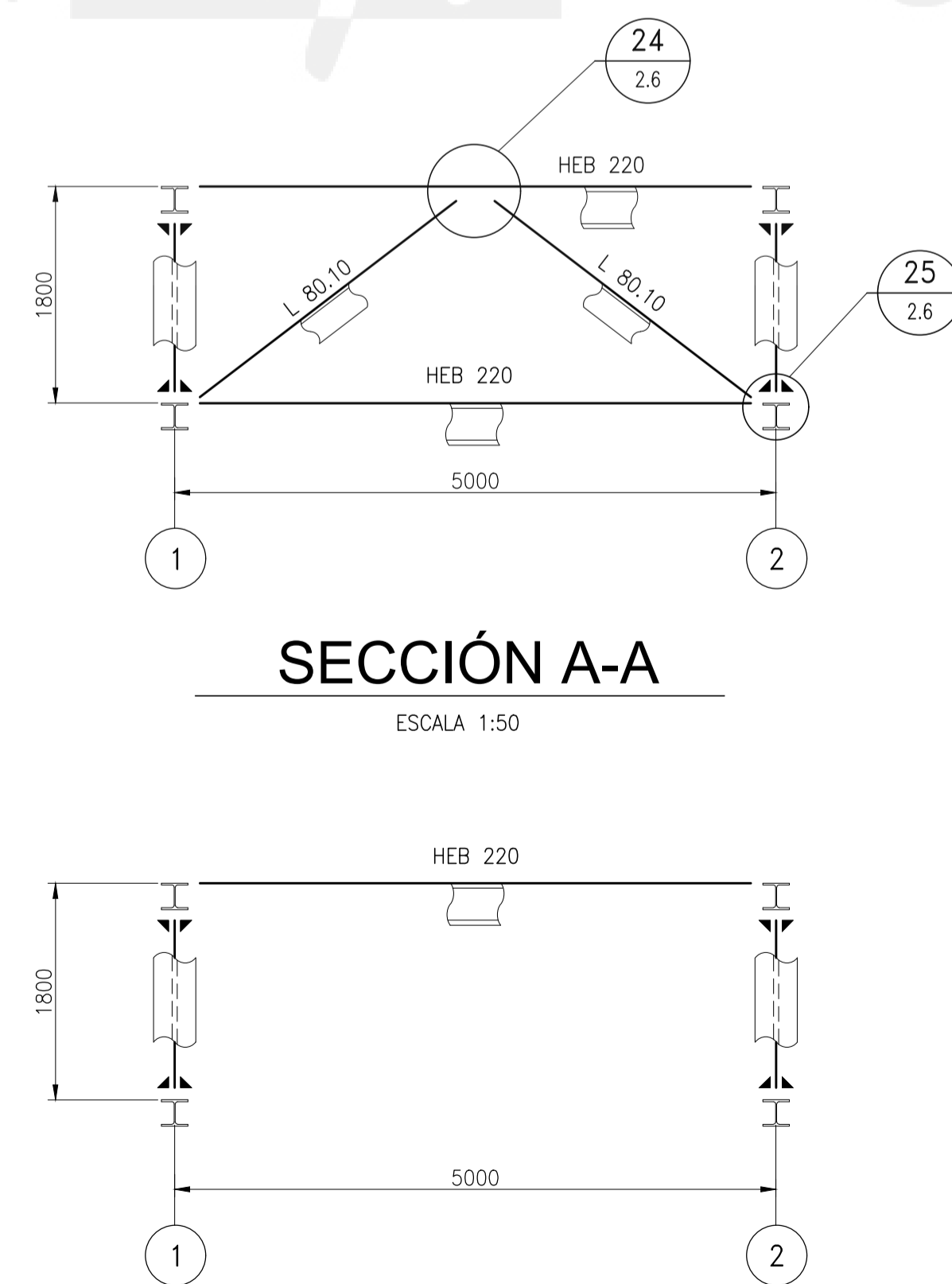
ALINEACIONES 1 Y 2

ESCALA 1:100



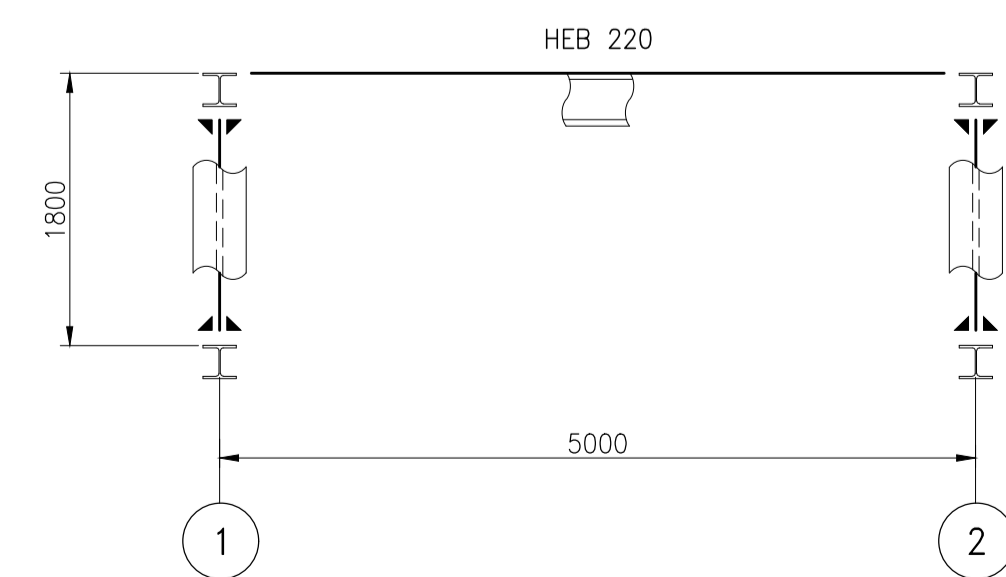
ALINEACIONES H e I

ESCALA 1:50



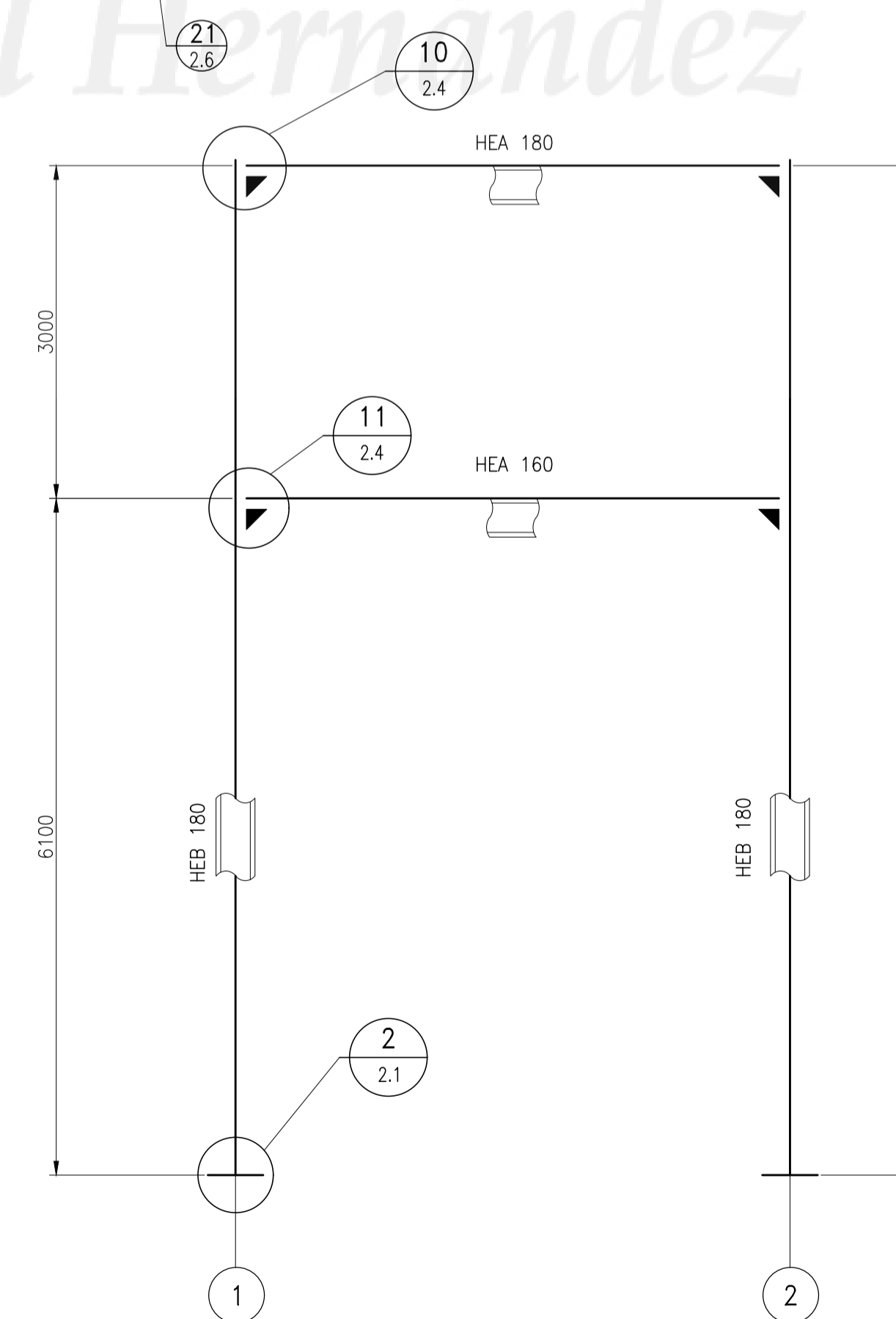
SECCIÓN A-A

ESCALA 1:50



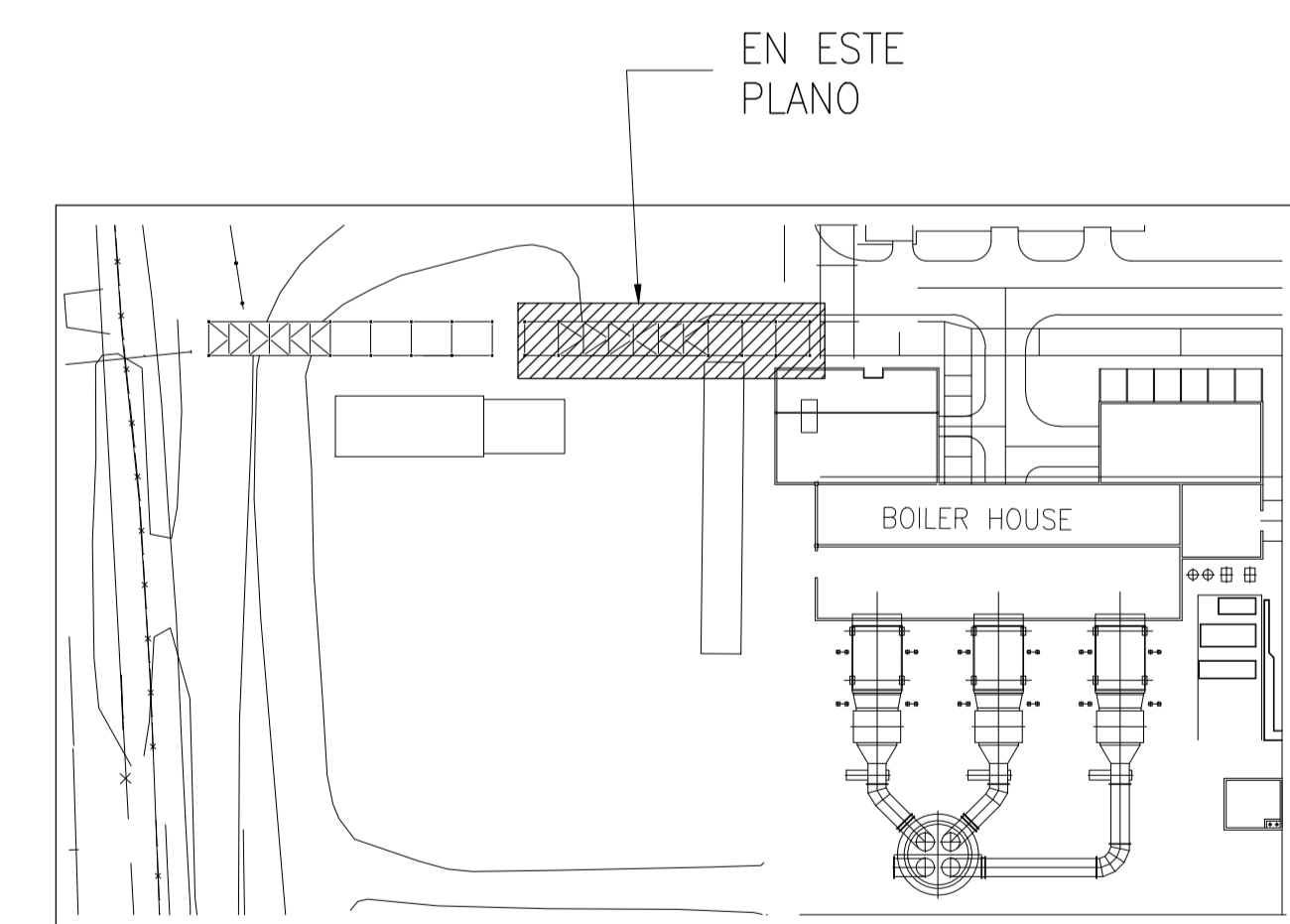
SECCIÓN B-B

ESCALA 1:50



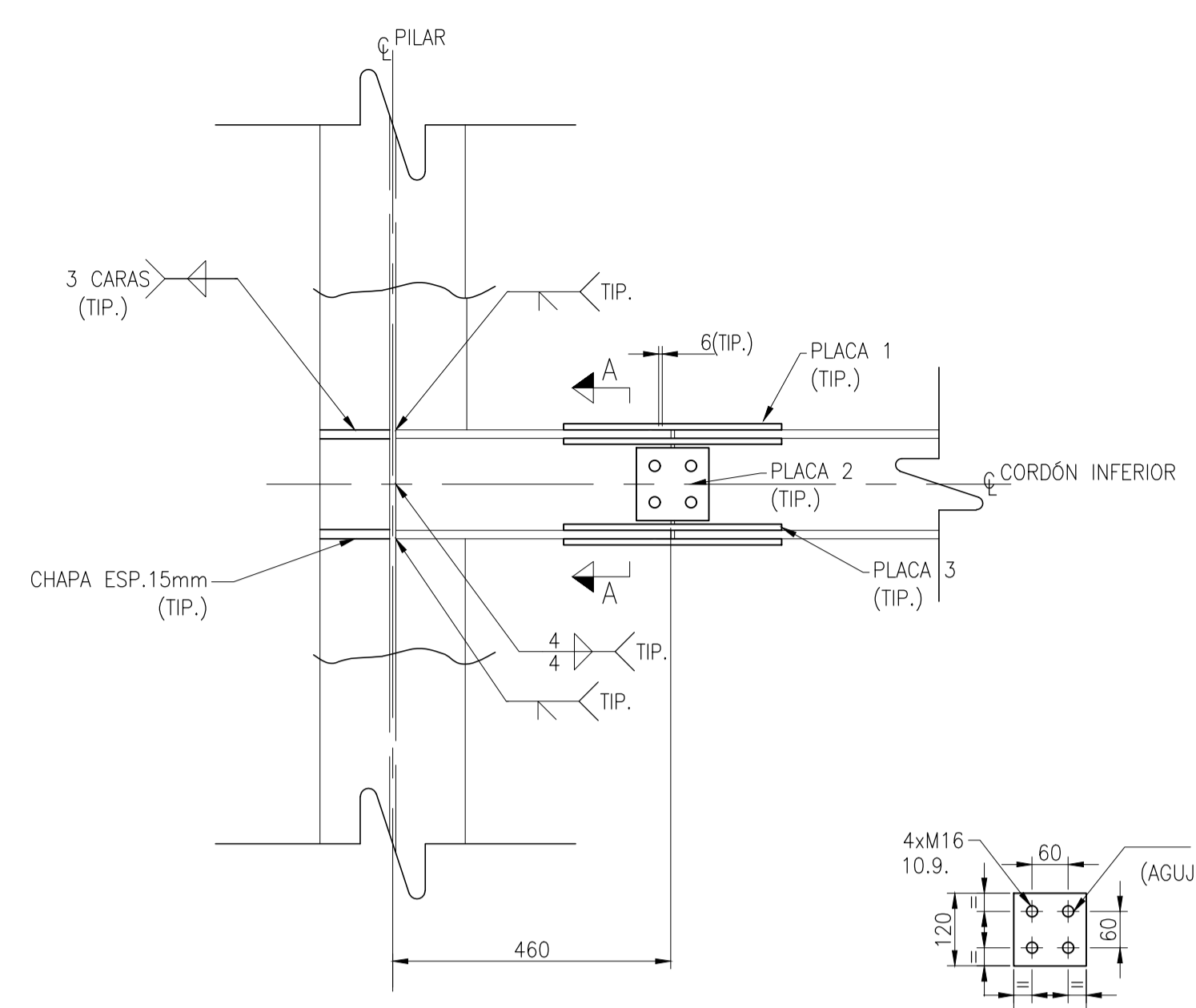
ALINEACIONES G, J, K y L

ESCALA 1:50

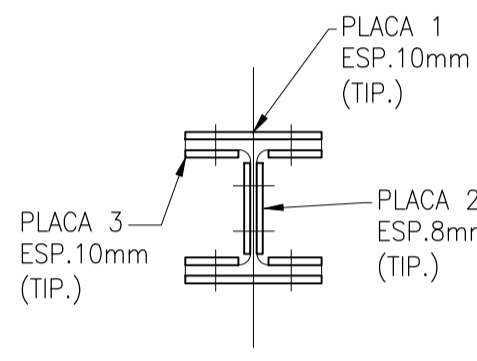


PLANO LLAVE

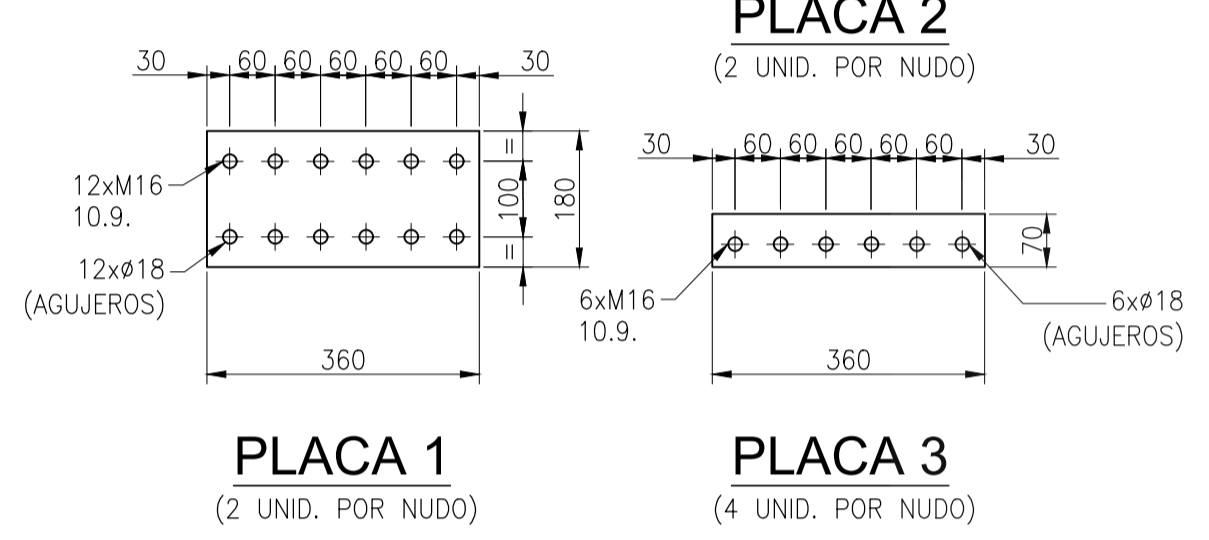
		MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES
ASIGNATURA	TRABAJO FIN DE MÁSTER	
PROYECTO	Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones	
FECHA	junio 2019	DESCRIPCIÓN
ESCALA	Según se indica	EL ALUMNO
SITUACIÓN	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA	ESTRUCTURA METÁLICA
PLANO Nº	2.2	RACK TRAMO 2
		Adrián Berdasco Fernández



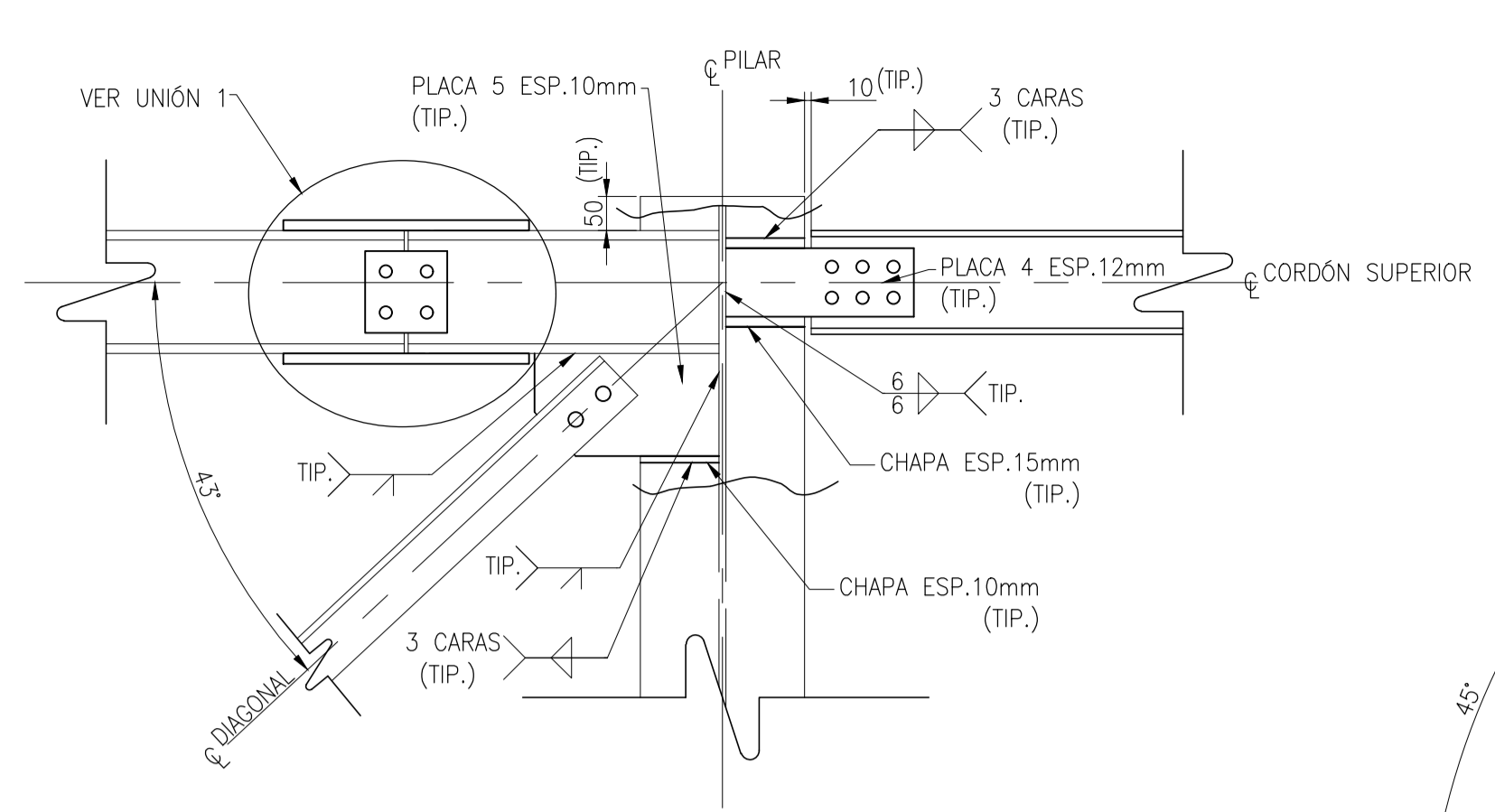
ALZADO



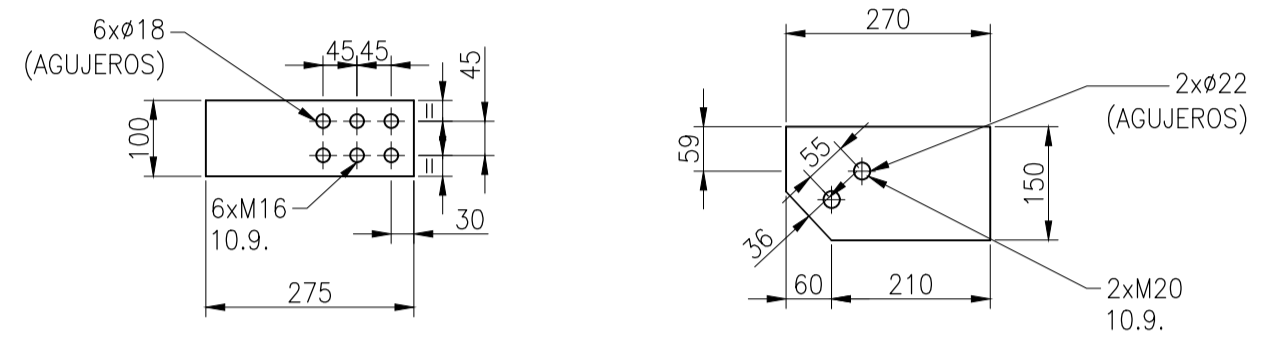
SECCION A-A



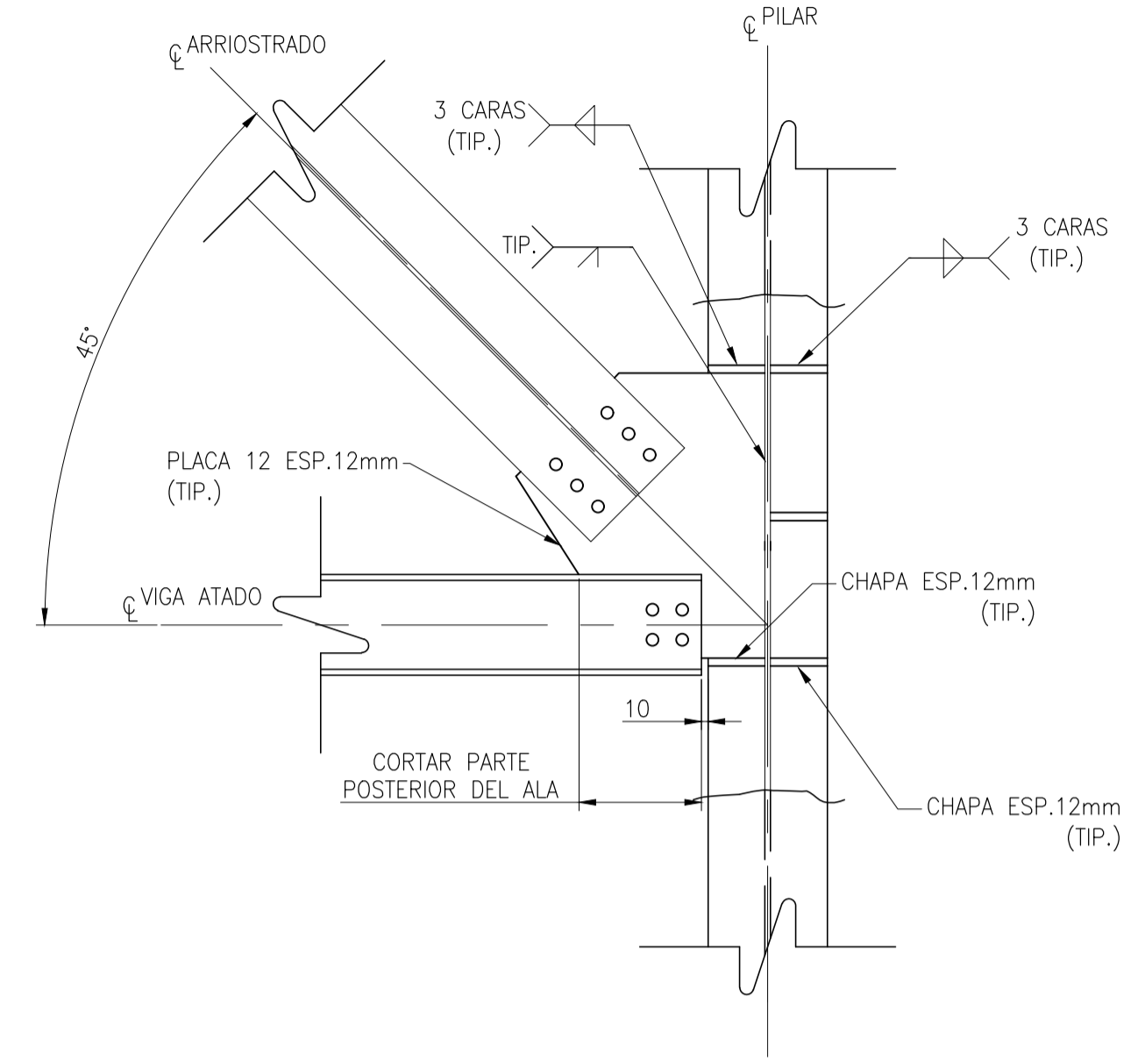
UNION 1
PILAR-CORDON INFERIOR
ESCALA 1:10



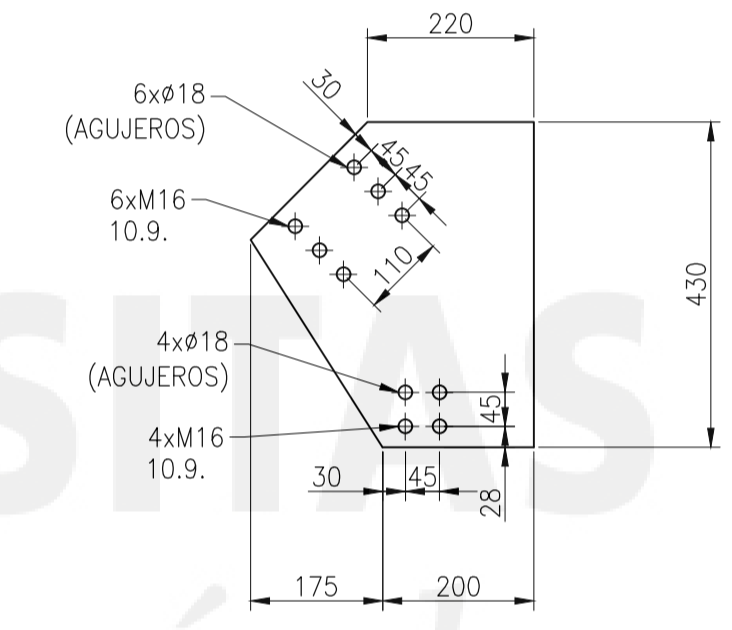
ALZADO



UNION 2
PILAR-CORDON SUPERIOR-VIGA ATADO-DIAGONAL
ESCALA 1:10

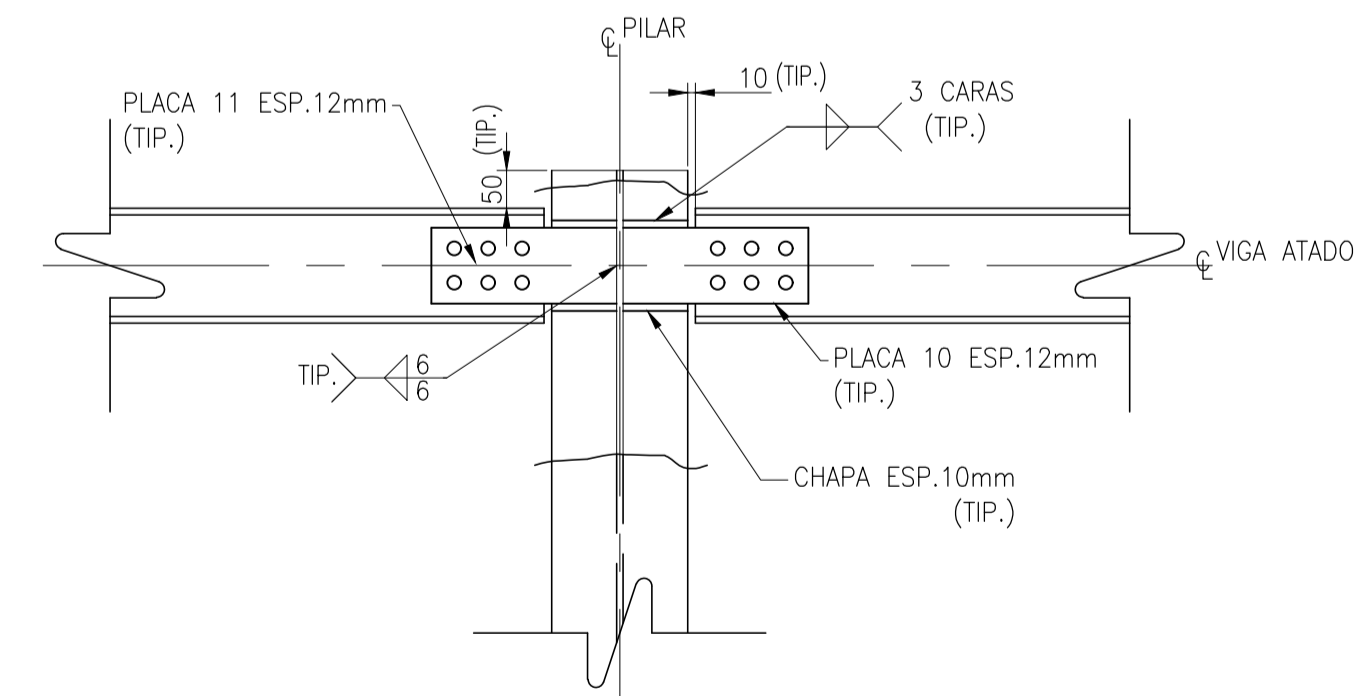


ALZADO

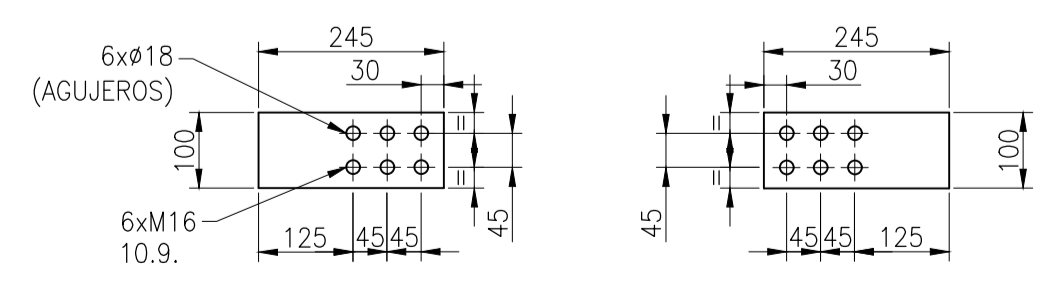


PLACA 12
(1 UNID. POR NUDO)

UNION 5
PILAR-VIGA ATADO-ARRIOSTRADO
ESCALA 1:10



ALZADO

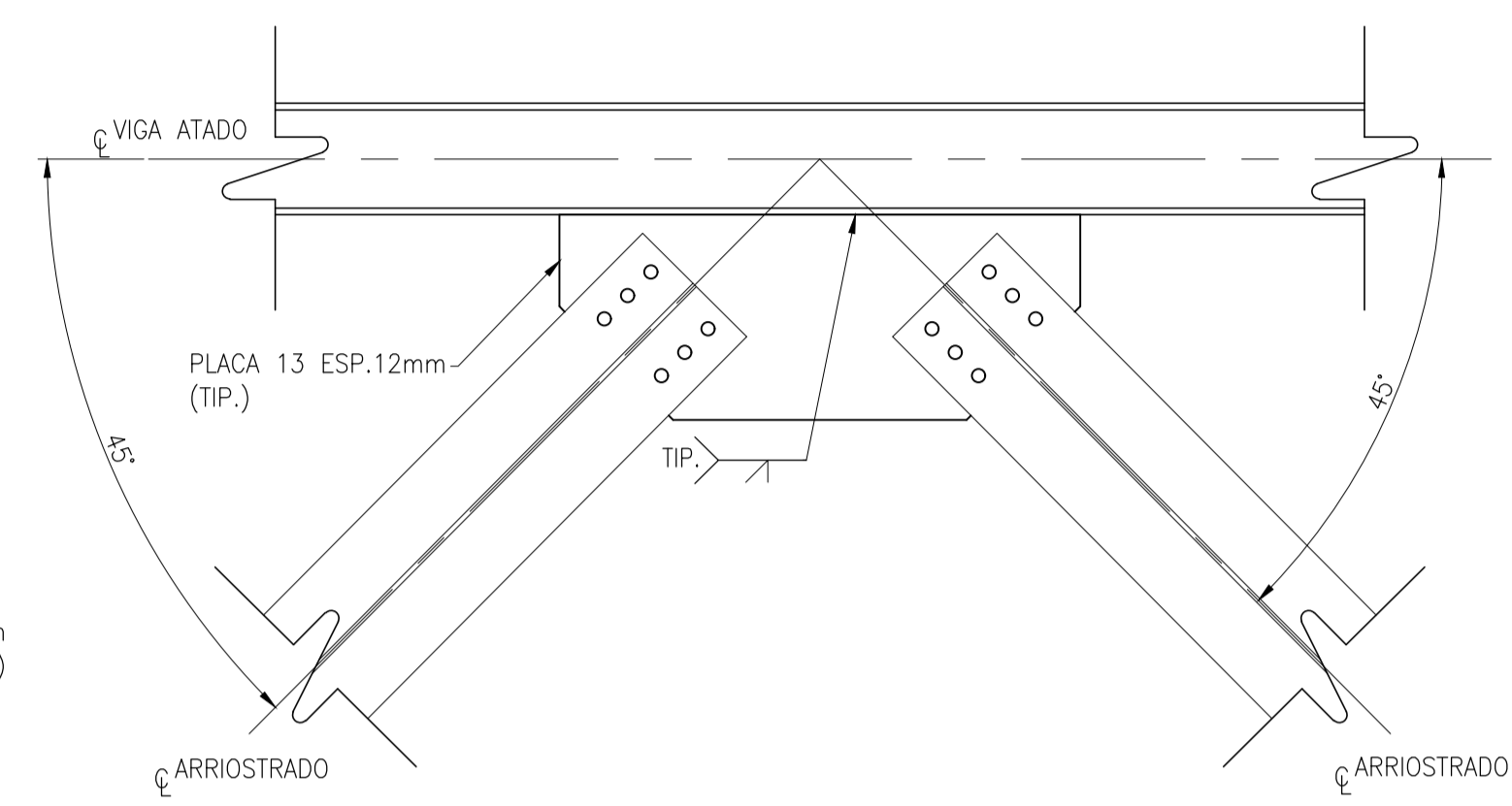


PLACA 10
(1 UNID. POR NUDO)

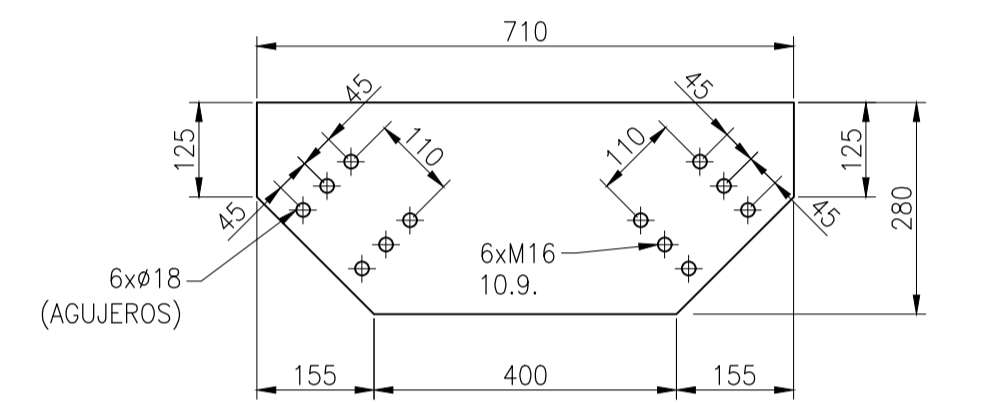
PLACA 11
(1 UNID. POR NUDO)

UNION 4
PILAR-VIGAS ATADO
ESCALA 1:10

- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
 - 2.- ACERO S275JR
 - 3.- TODA LA ESTRUCTURA METÁLICA RECIBIRÁ EL SIGUIENTE TRATAMIENTO:
 - PREPARACIÓN SUPERFICIES POR CHORREO AL GRADO Sa 2 1/2, SEGÚN SIS 055900
 - CAPA DE IMPRIMACIÓN EPOXI RICA EN ZN DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - CAPA INTERMEDIA EPOXI DE ESPESOR 80 MICRAS.
 - CAPA DE ACABADO EPOXI DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - ESPESOR TOTAL DE 180 MICRAS DE PELÍCULA SECA
 - 4.- PARA NOTAS GENERALES DE ACERO VER PLANO 2.7.
 - 5.- SE PRIORIZARÁN LAS SOLDADURAS EN TALLER SOBRE LAS SOLDADURAS EN CAMPO.

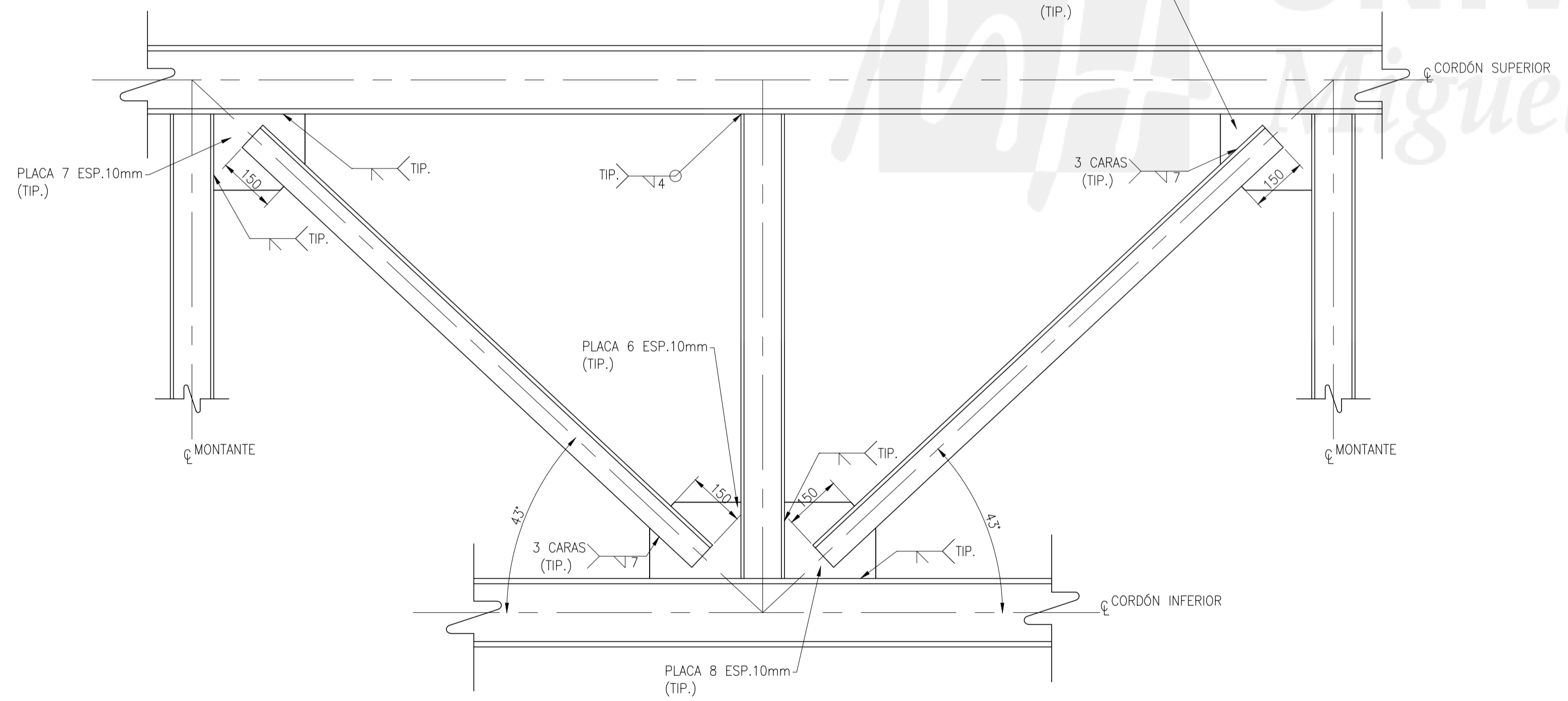


ALZADO

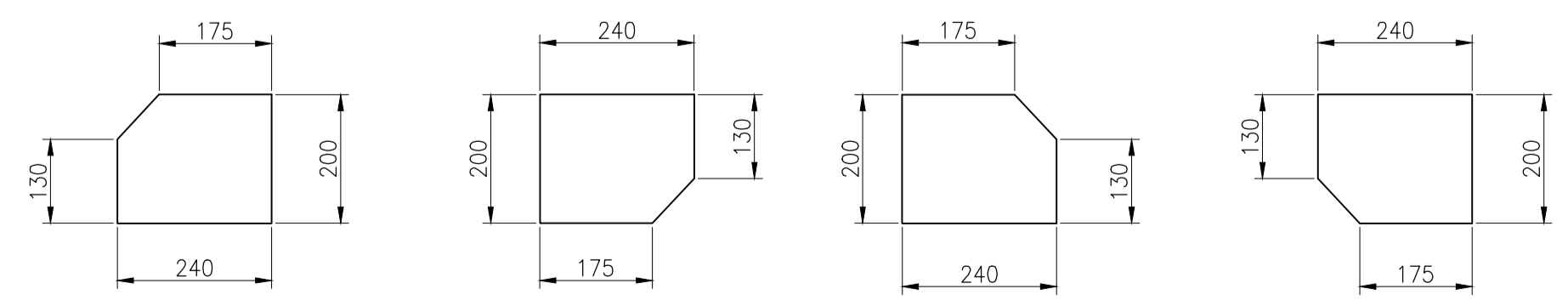


PLACA 13
(1 UNID. POR NUDO)

UNION 6
VIGA ATADO-ARRIOSTRADOS
ESCALA 1:10



ALZADO



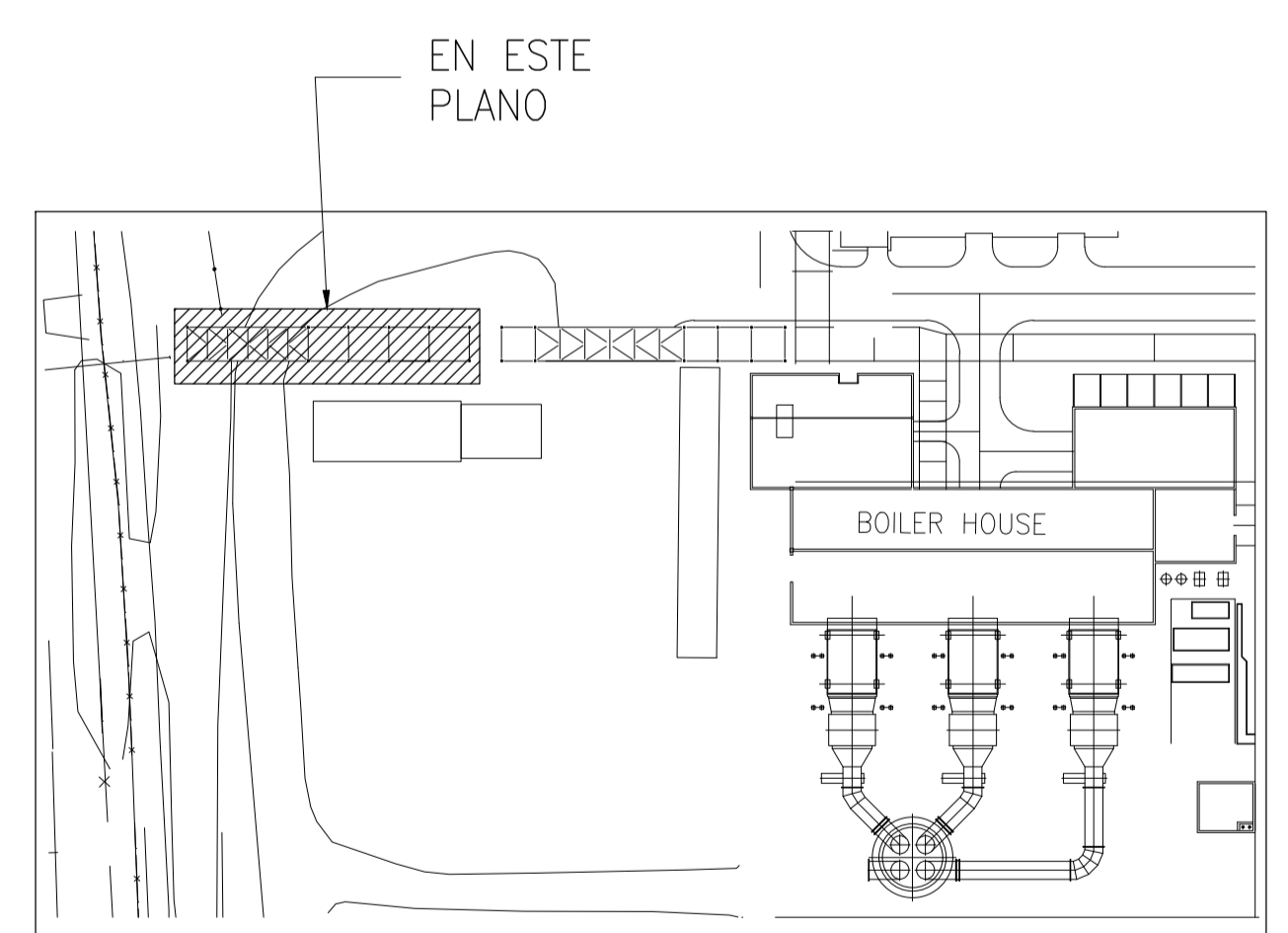
PLACA 6
(1 UNID. POR NUDO)

PLACA 7
(1 UNID. POR NUDO)

PLACA 8
(1 UNID. POR NUDO)

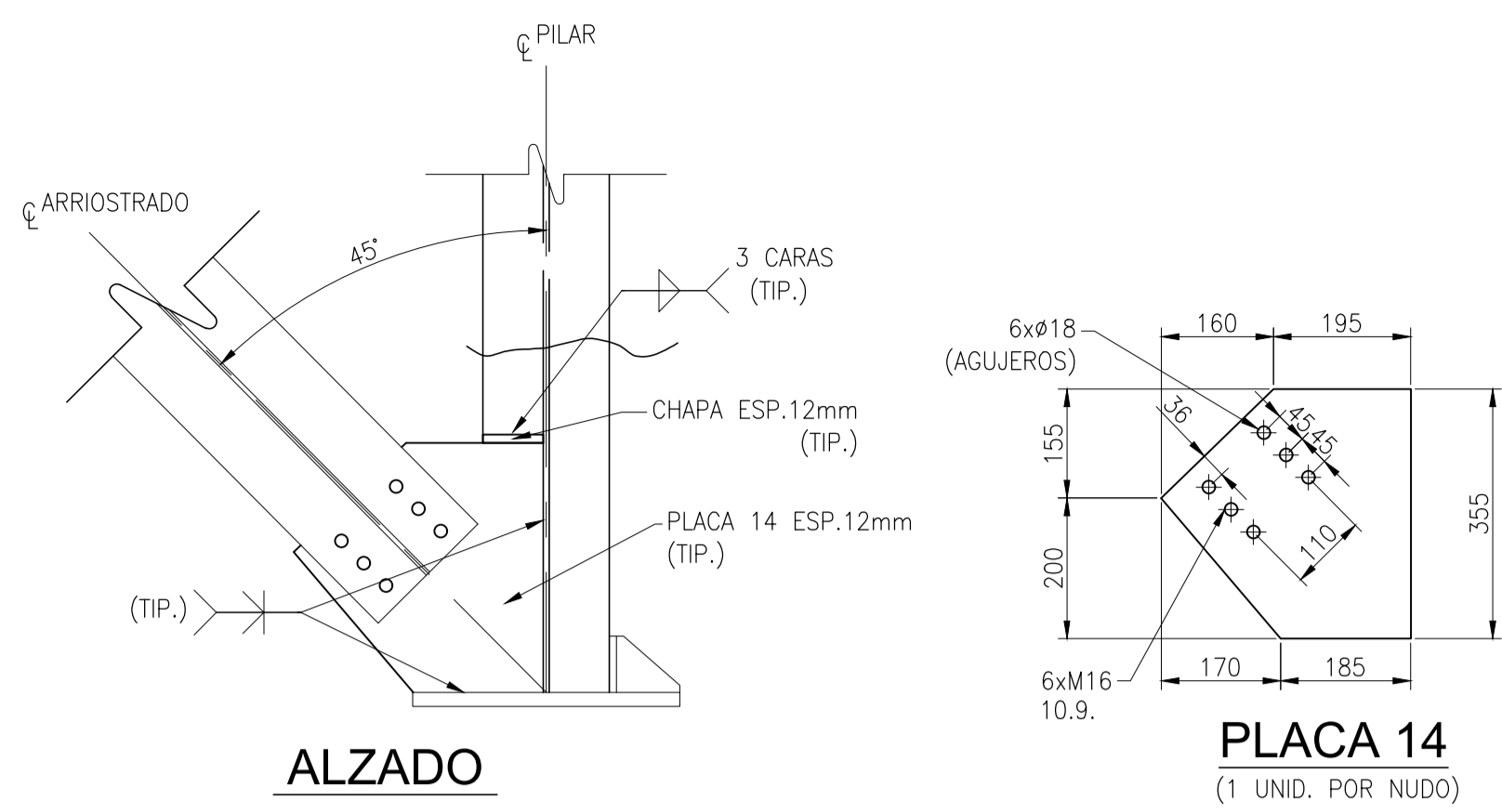
PLACA 9
(1 UNID. POR NUDO)

UNION 3
MONTANTES-DIAGONAL
ESCALA 1:10



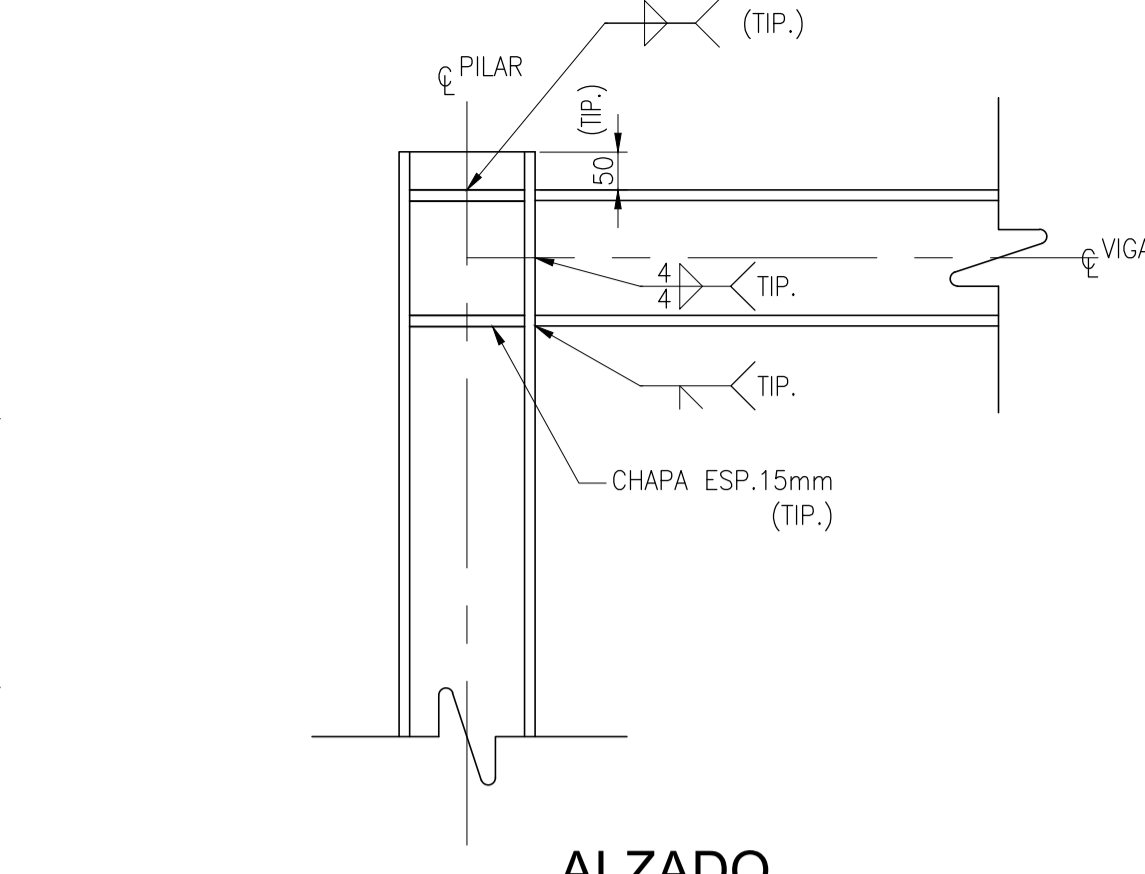
PLANO LLAVE

		UNIVERSITARIAS Miguel Hernández
MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES		
ASIGNATURA	TRABAJO FIN DE MÁSTER	
PROYECTO	Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones	
FECHA	junio 2019	DESCRIPCIÓN
ESCALA	Según se indica	ESTRUCTURA METÁLICA
SITUACIÓN	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA	DETALLES DE UNIONES 1
PLANO Nº	2.3	EL ALUMNO Adrián Berdasco Fernández



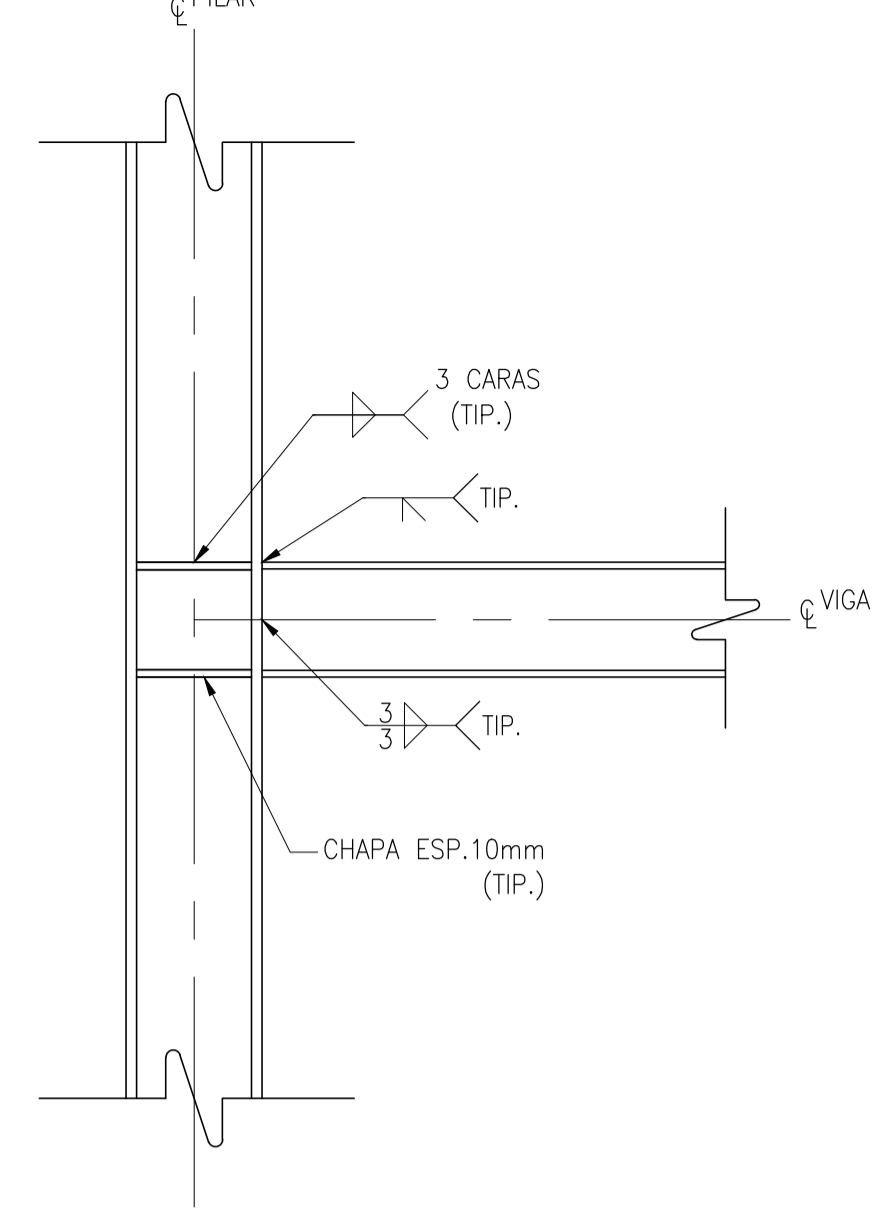
UNION 7

PILAR-ARRIOSTRADO VERTICAL
ESCALA 1:10



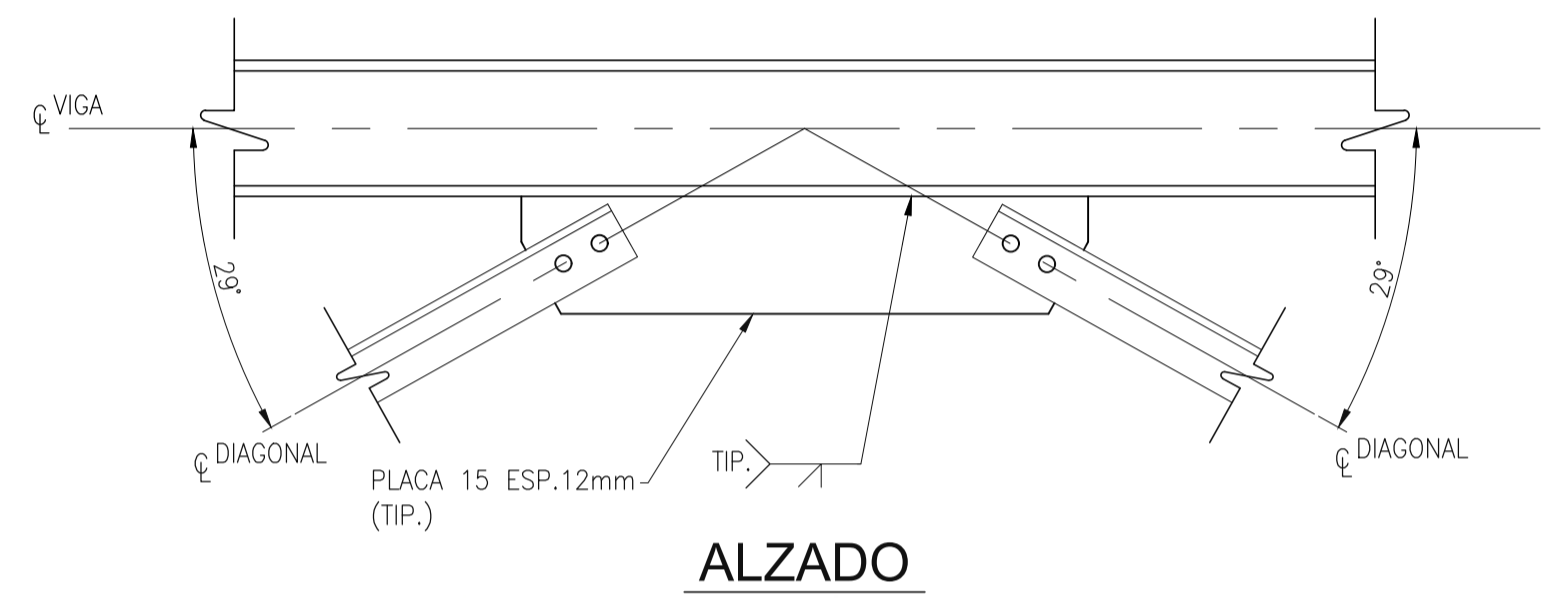
UNION 10

PILAR-VIGA SUP. PORTICOS
ESCALA 1:10



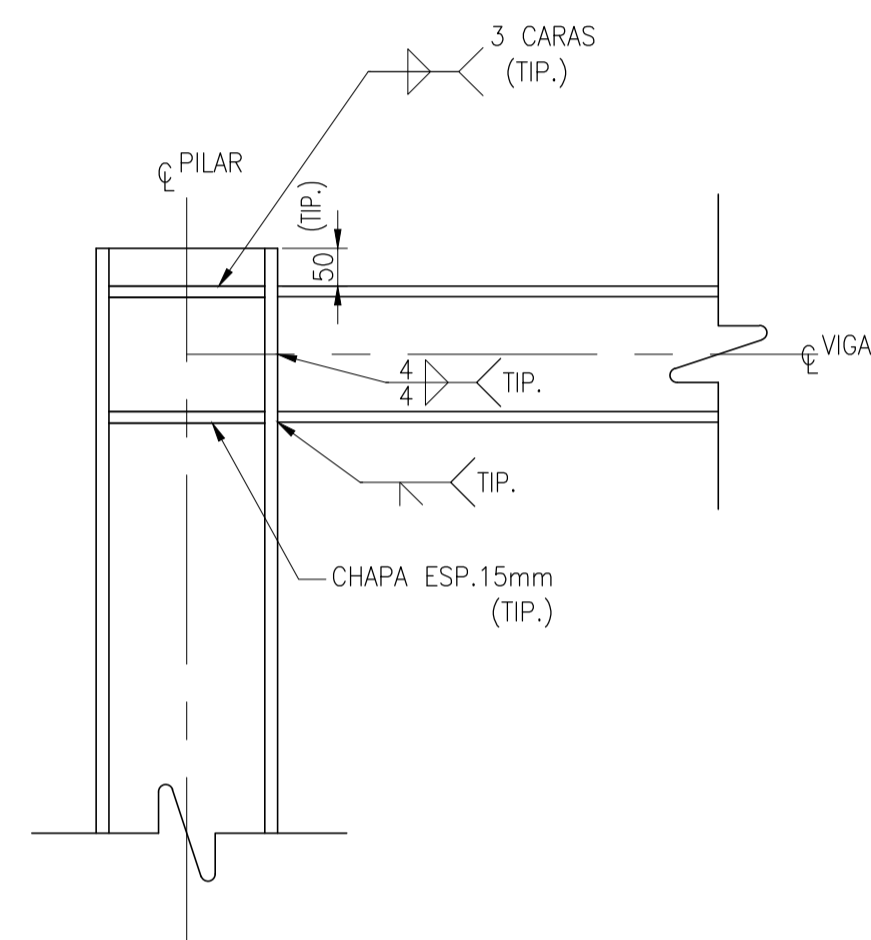
UNION 11

PILAR-VIGA INF. PORTICOS
ESCALA 1:10



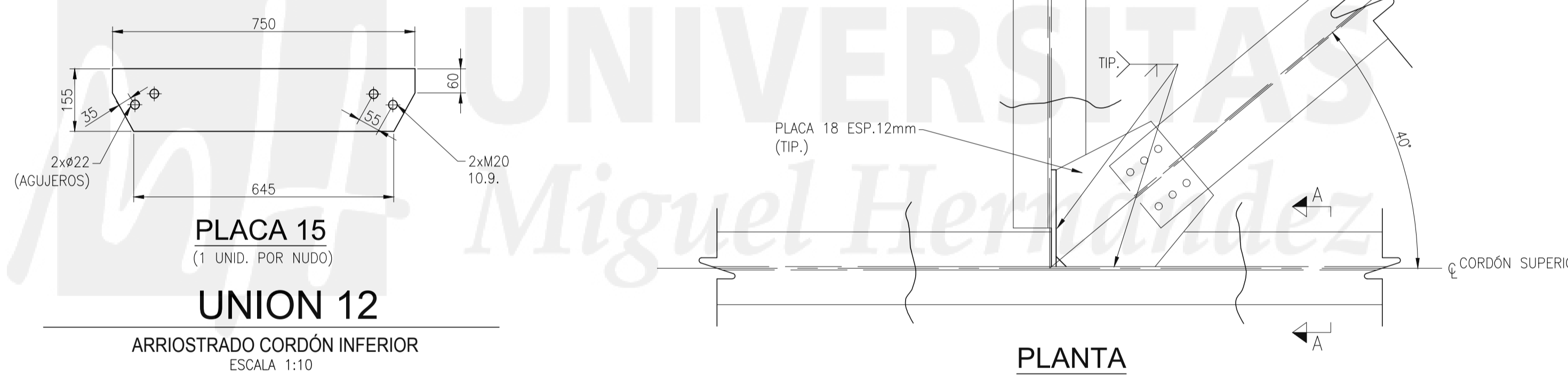
UNION 12

ARRIOSTRADO CORDÓN INFERIOR
ESCALA 1:10



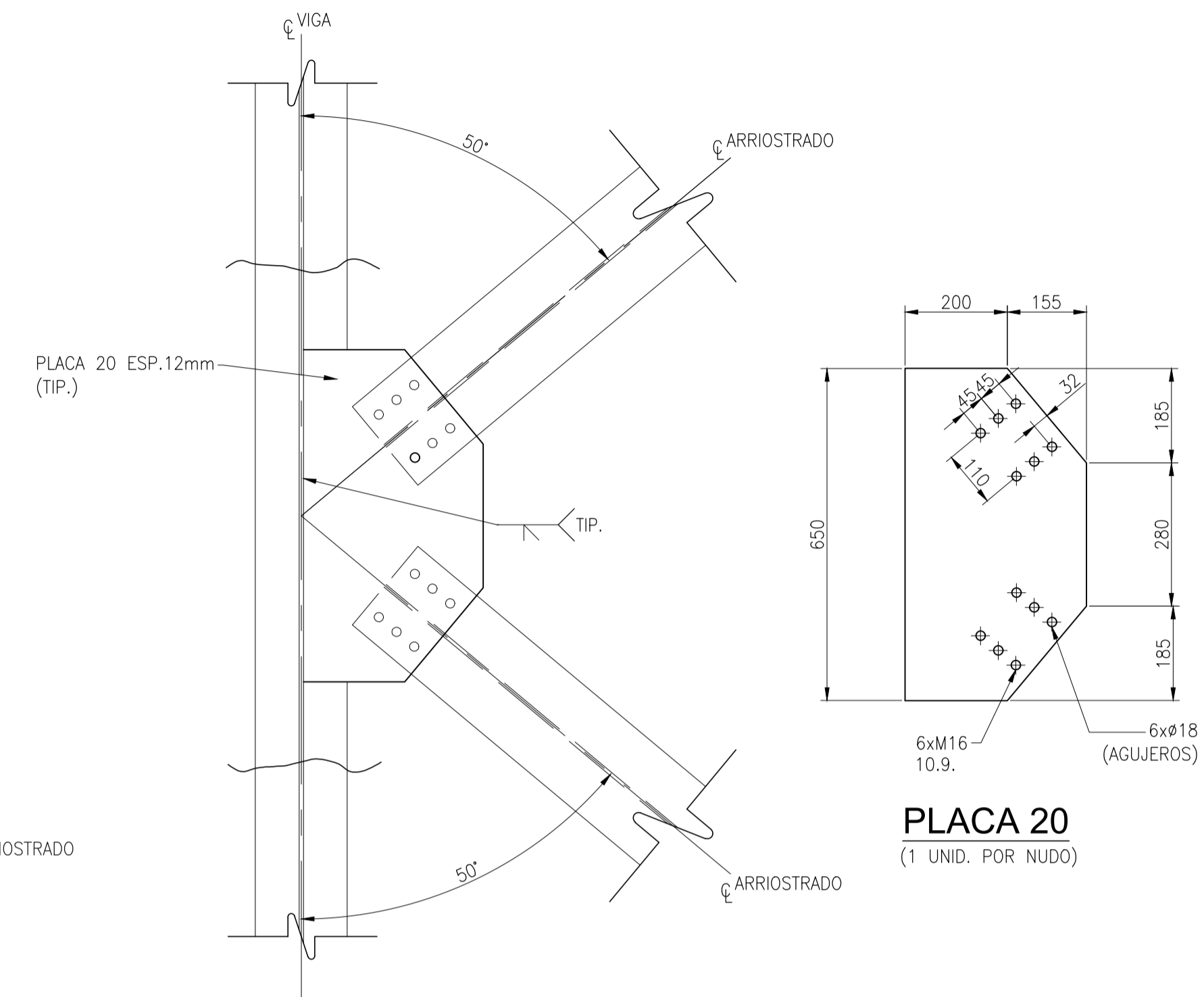
UNION 8

PILAR-VIGA SUP. PORTICOS
ESCALA 1:10



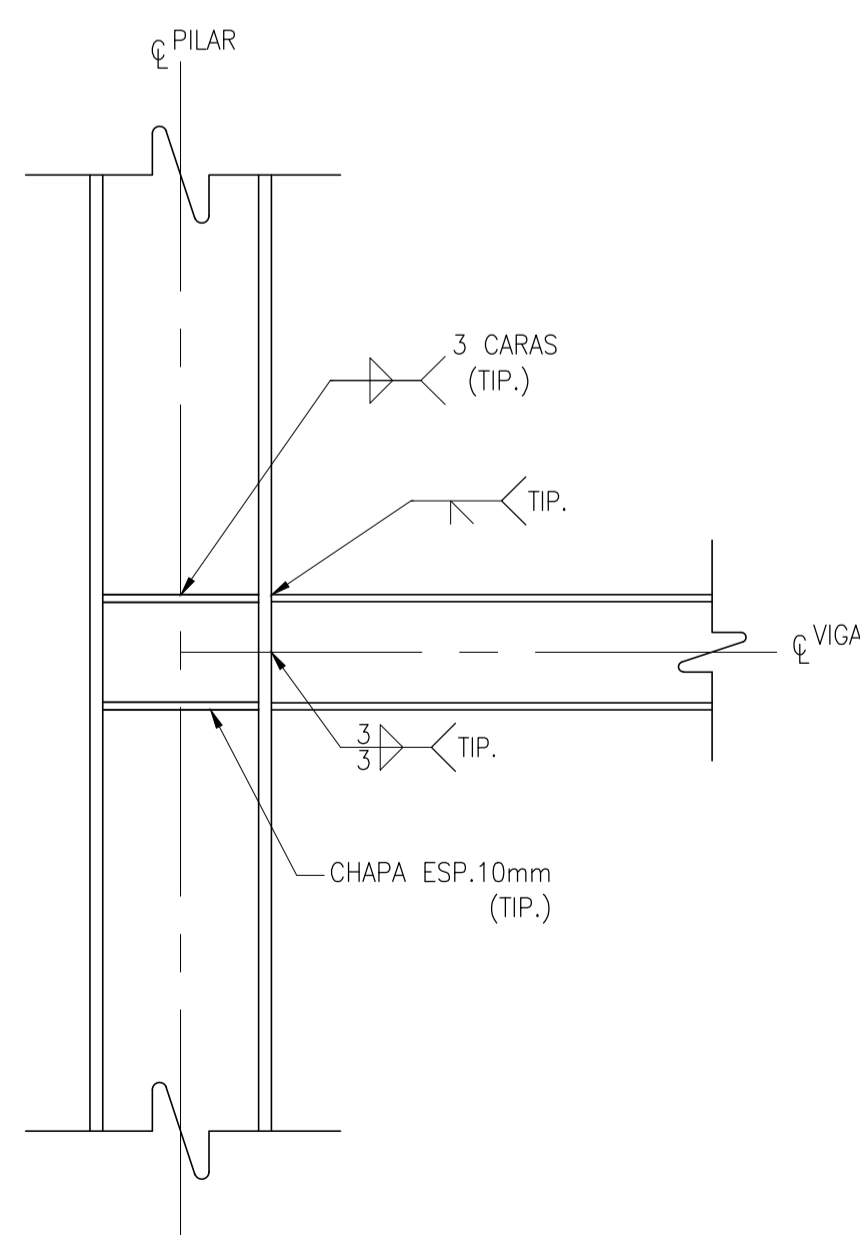
UNION 15

ARRIOSTRADO HORIZONTAL VIGA EN CELOSIA
ESCALA 1:10



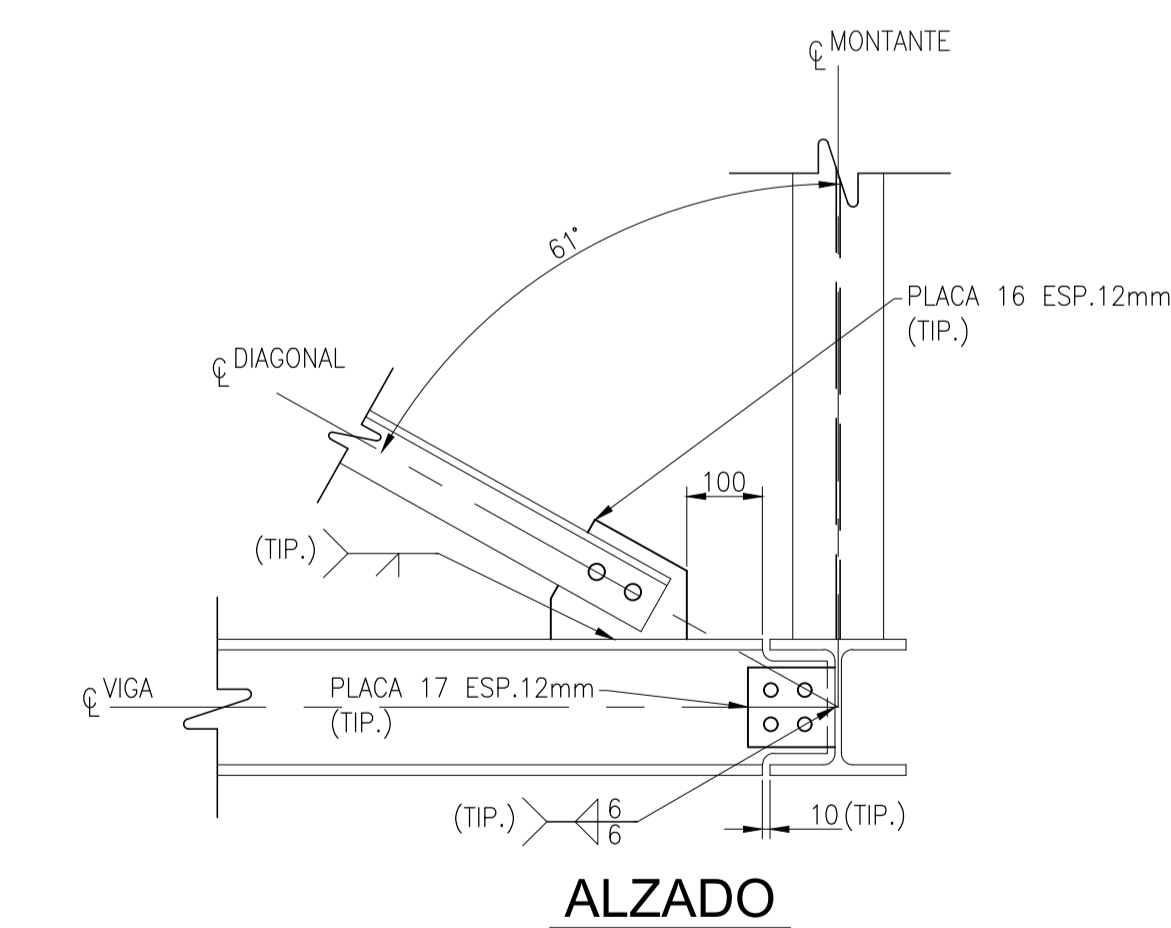
UNION 20

(1 UNID. POR NUDO)



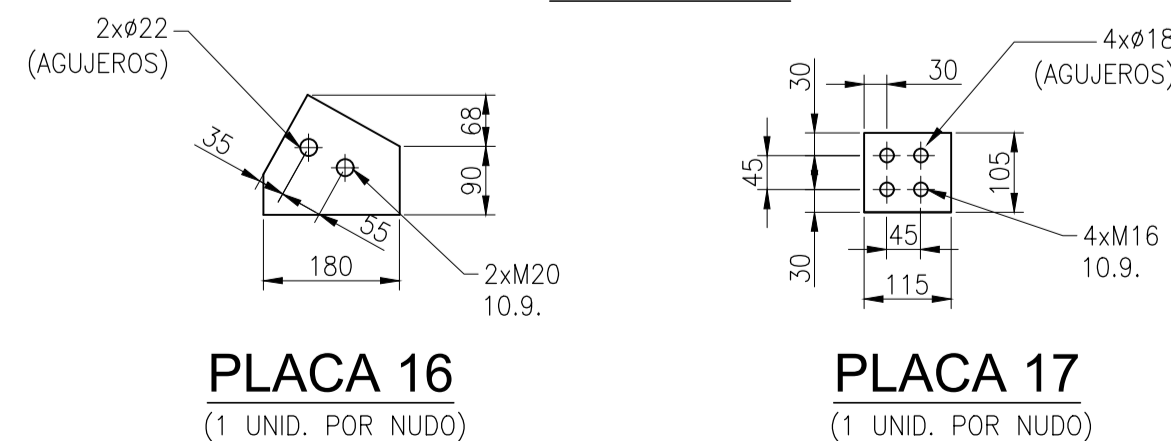
UNION 9

PILAR-VIGA INF. PORTICOS
ESCALA 1:10



UNION 13

ARRIOSTRADO CORDÓN INFERIOR
ESCALA 1:10

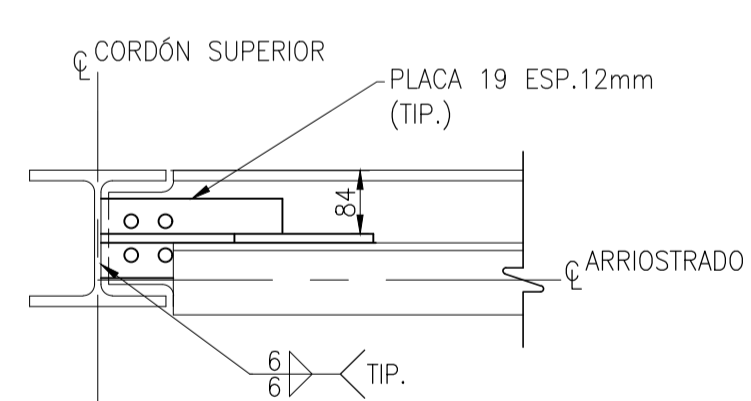


UNION 16

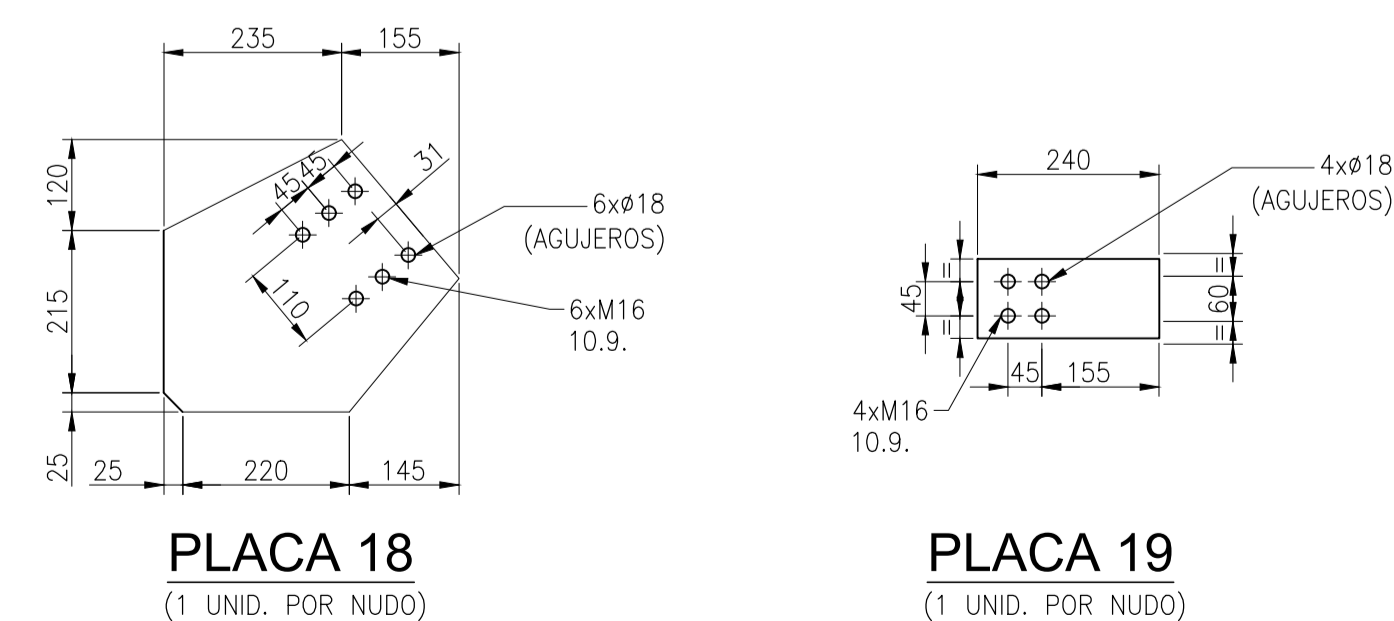
(1 UNID. POR NUDO)

UNION 17

(1 UNID. POR NUDO)



SECCIÓN A-A



UNION 18

(1 UNID. POR NUDO)

UNION 19

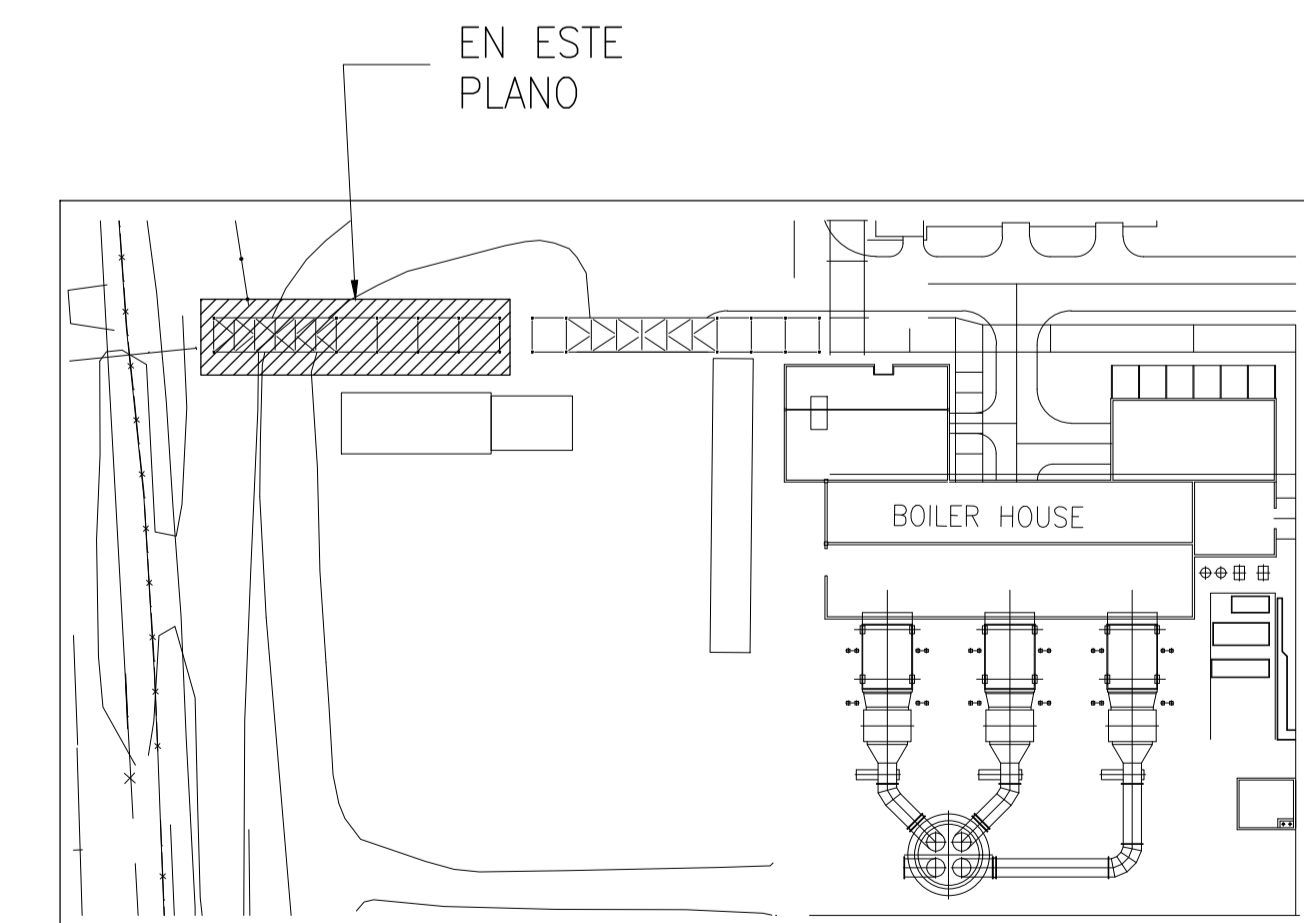
(1 UNID. POR NUDO)

UNION 14

ARRIOSTRADO HORIZONTAL VIGA EN CELOSIA
ESCALA 1:10

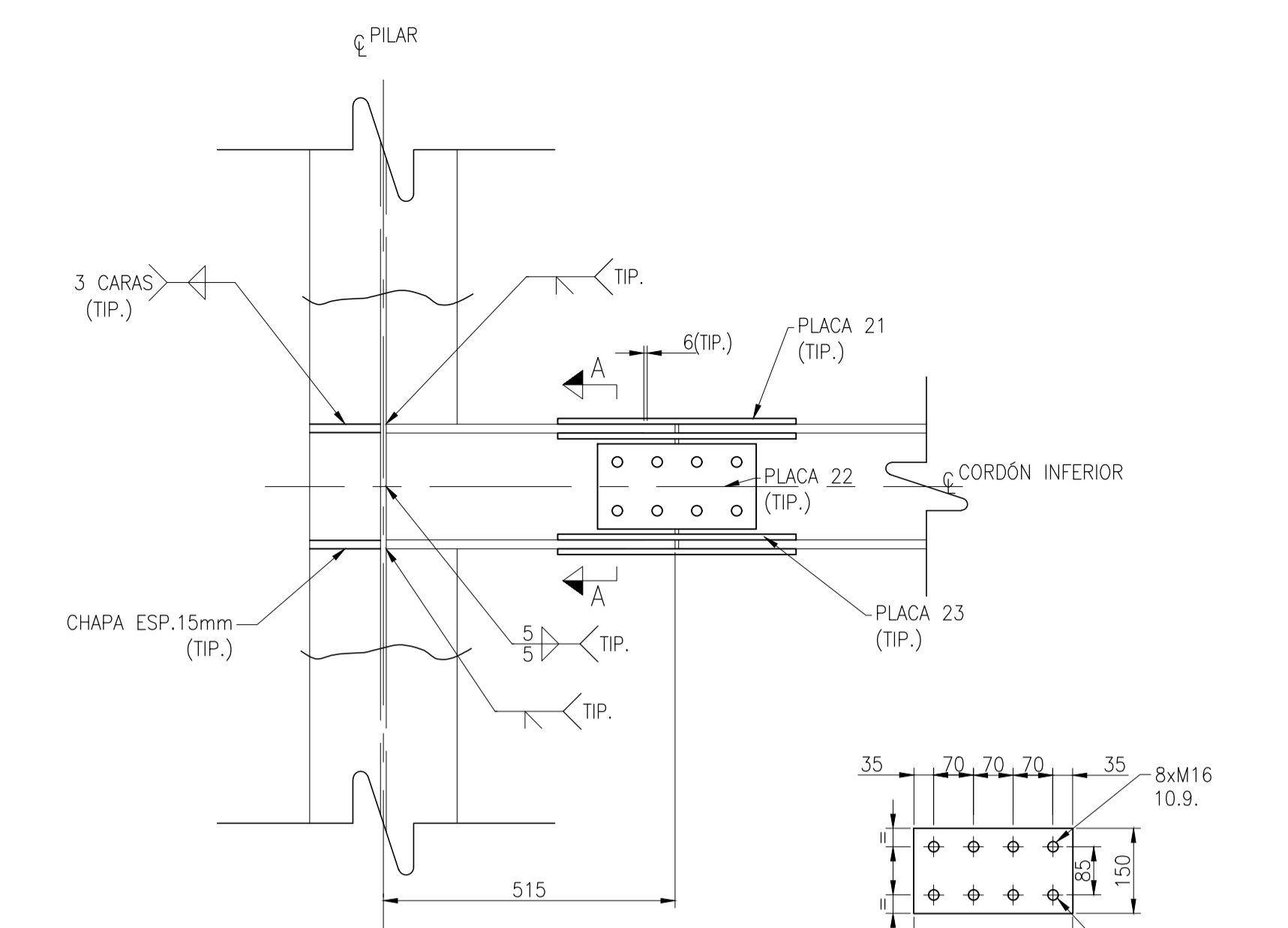
NOTAS:

- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
- ACERO S275JR
- TODA LA ESTRUCTURA METÁLICA RECIBIRÁ EL SIGUIENTE TRATAMIENTO:
 - PREPARACIÓN SUPERFICIES POR CHORREO AL GRADO Sa 2 1/2, SEGÚN SIS 055900
 - CAPA DE IMPRIMACIÓN EPOXI RICA EN ZN DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - CAPA INTERMEDIA EPOXI DE ESPESOR 80 MICRAS.
 - CAPA DE ACABADO EPOXI DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - ESPESOR TOTAL DE 180 MICRAS DE PELICULA SECA
- PARA NOTAS GENERALES DE ACERO VER PLANO 2.7.
- SE PRIORIZARÁN LAS SOLDADURAS EN TALLER SOBRE LAS SOLDADURAS EN CAMPO.

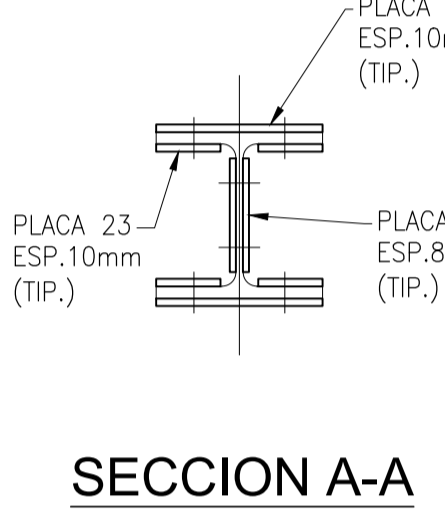


PLANO LLAVE

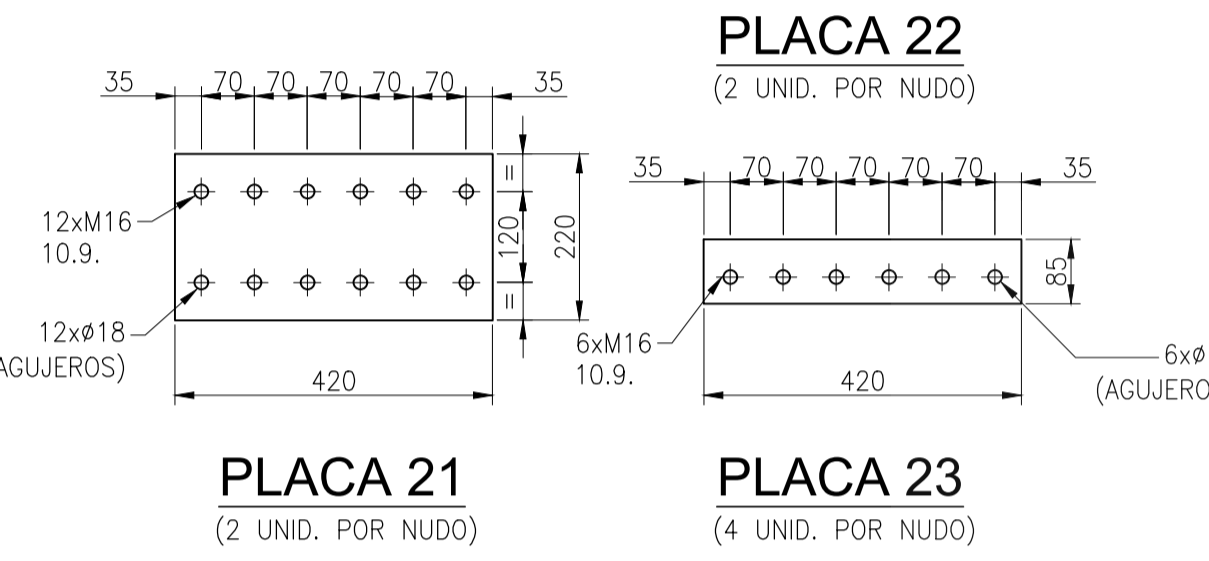
MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES	
ASIGNATURA	TRABAJO FIN DE MÁSTER
PROYECTO	Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones
FECHA: junio 2019 ESCALA: Según se indica SITUACIÓN: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA PLANO N°: 2.4	DESCRIPCIÓN: ESTRUCTURA METÁLICA DETALLES DE UNIONES 2
EL ALUMNO: Adrián Berdasco Fernández	



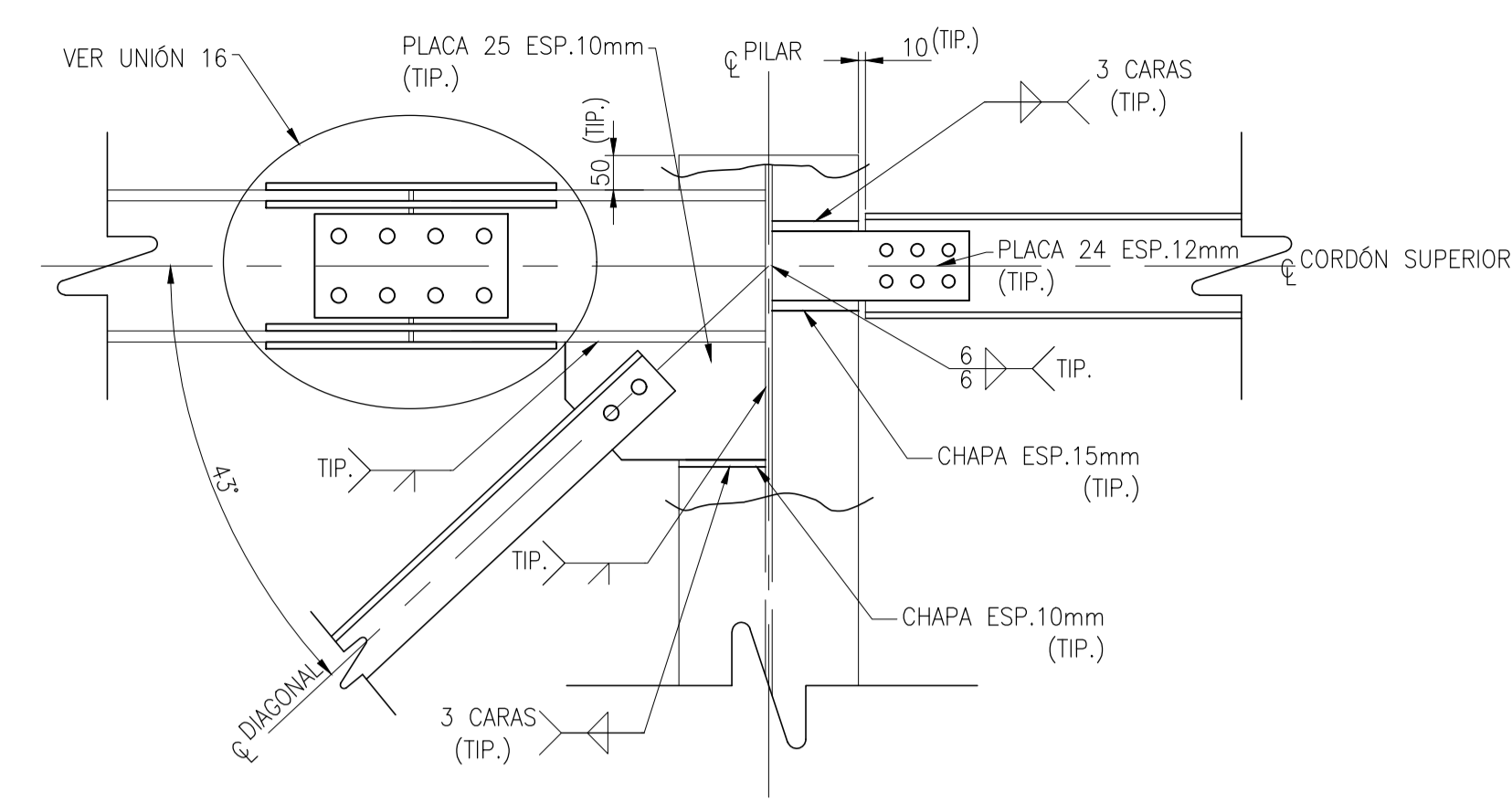
ALZADO



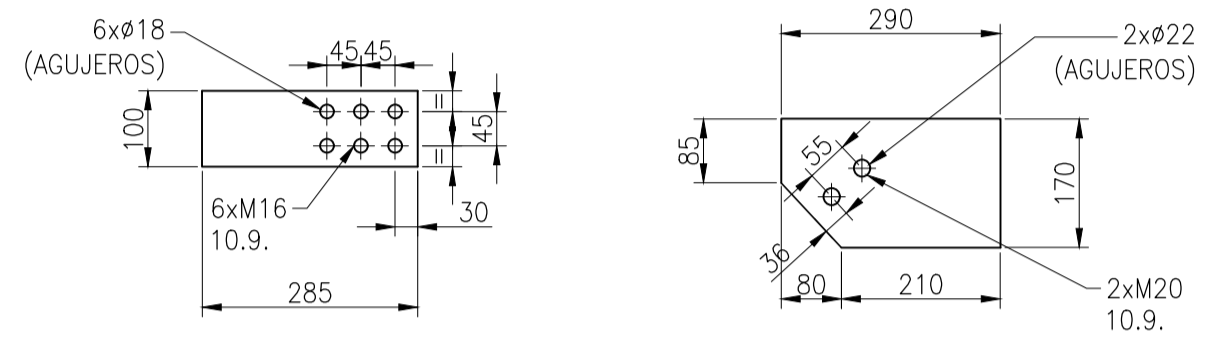
SECCION A-A



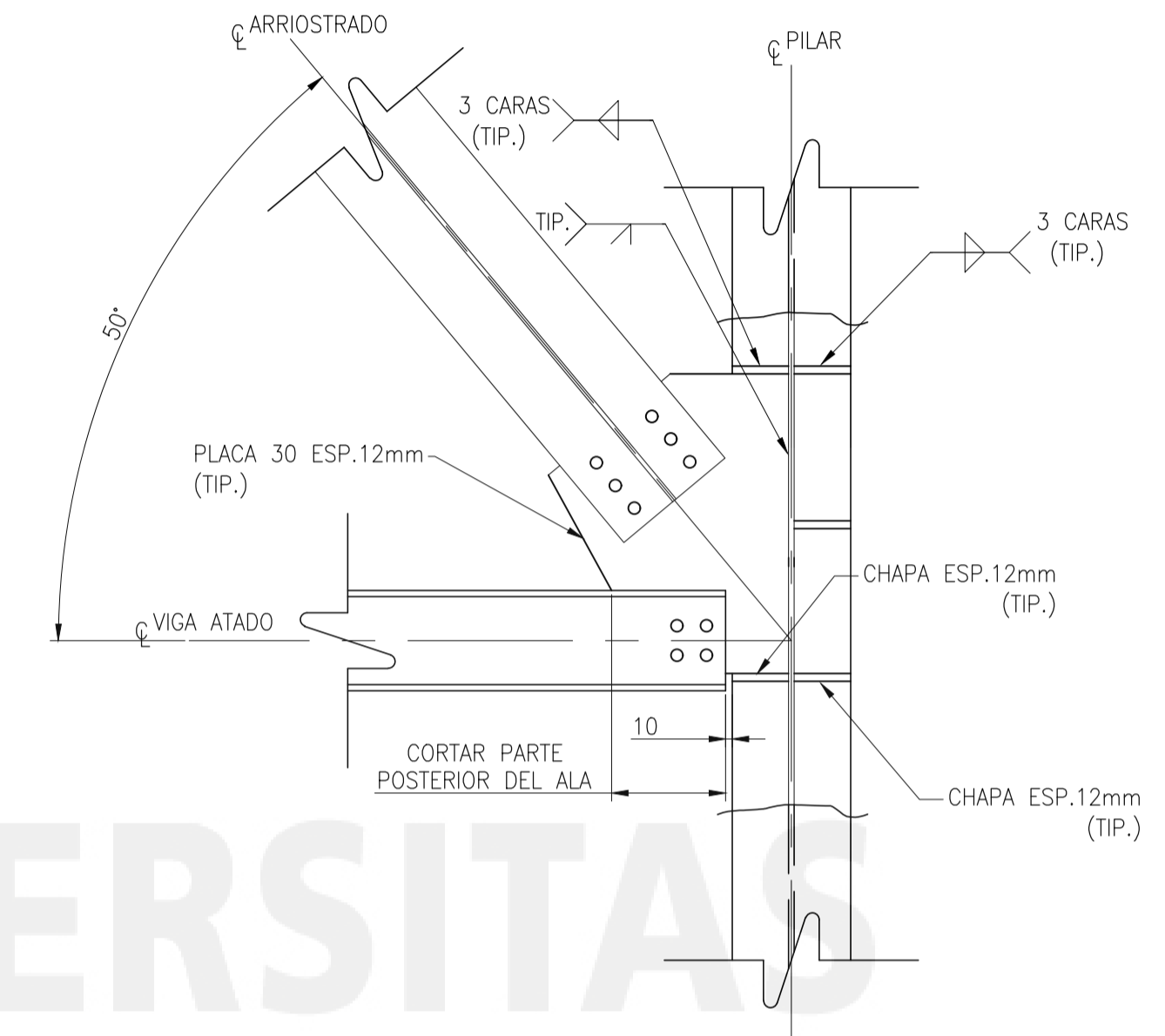
UNION 16
PILAR-CORDON INFERIOR
ESCALA 1:10



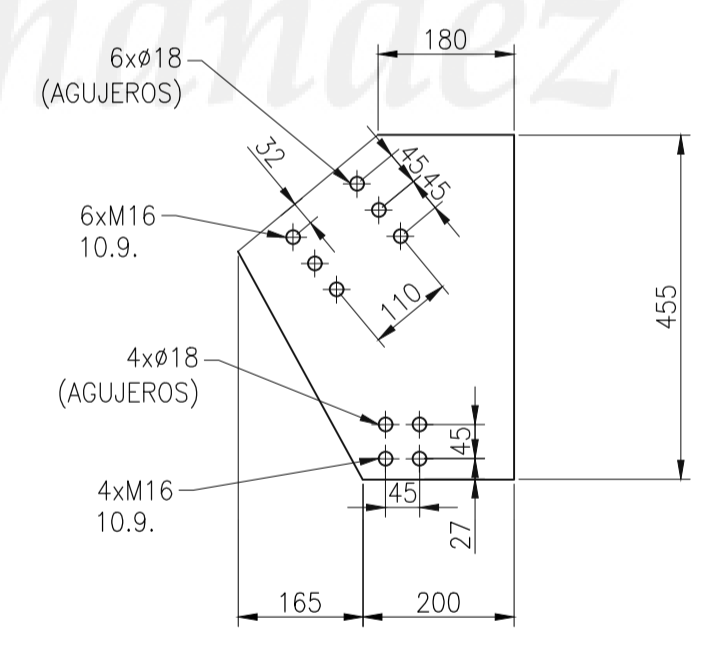
ALZADO



UNION 17
PILAR-CORDON SUPERIOR-VIGA ATADO-DIAGONAL
ESCALA 1:10

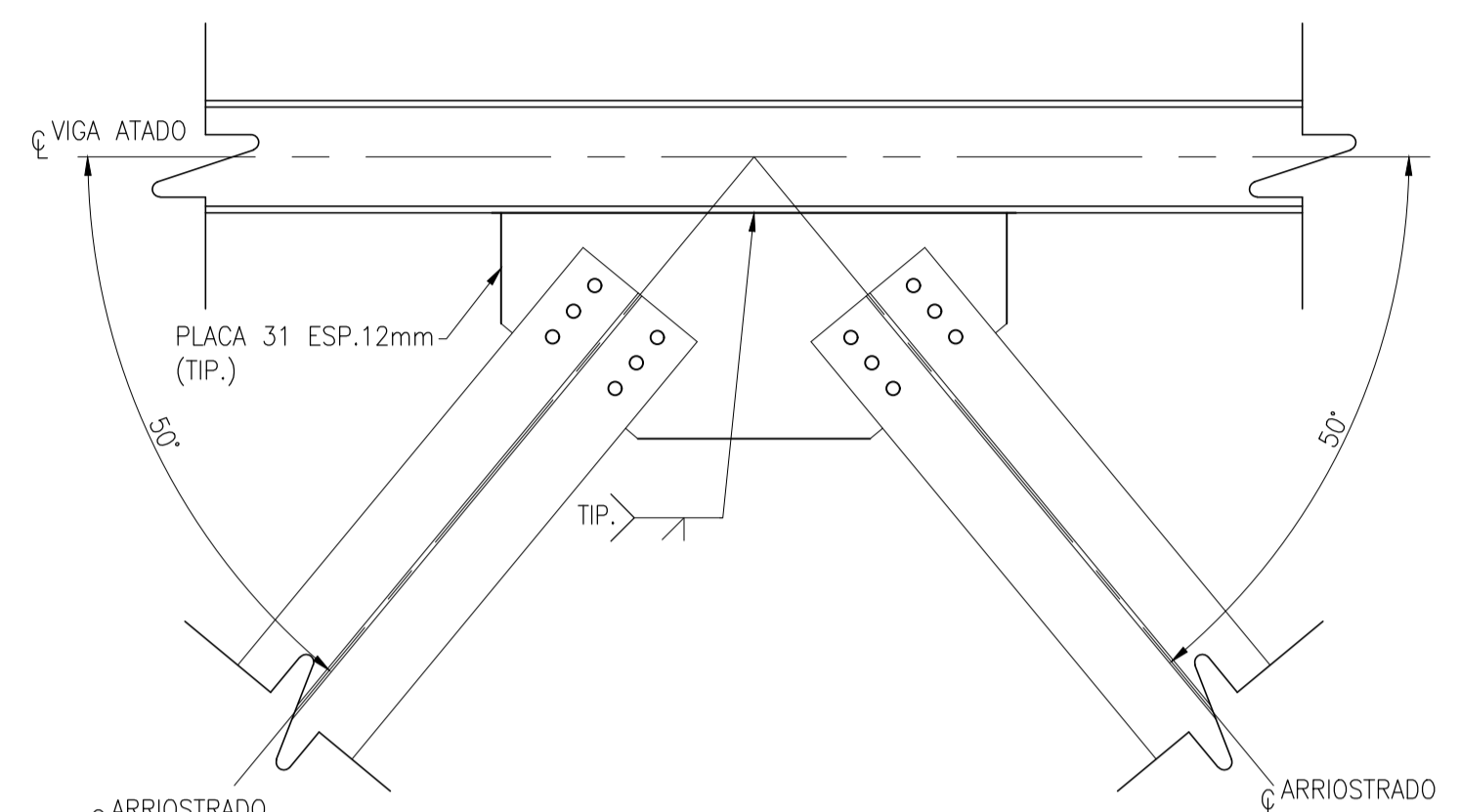


ALZADO

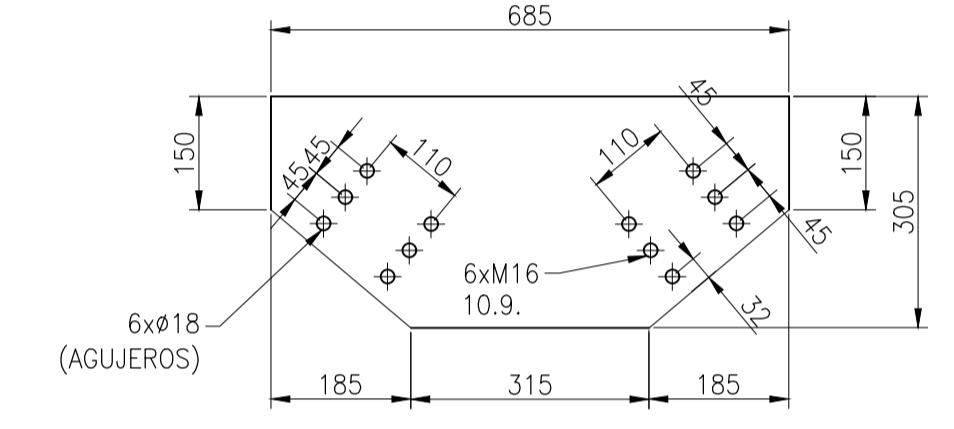


UNION 19
PILAR-VIGA ATADO-ARRIOSTRADO
ESCALA 1:10

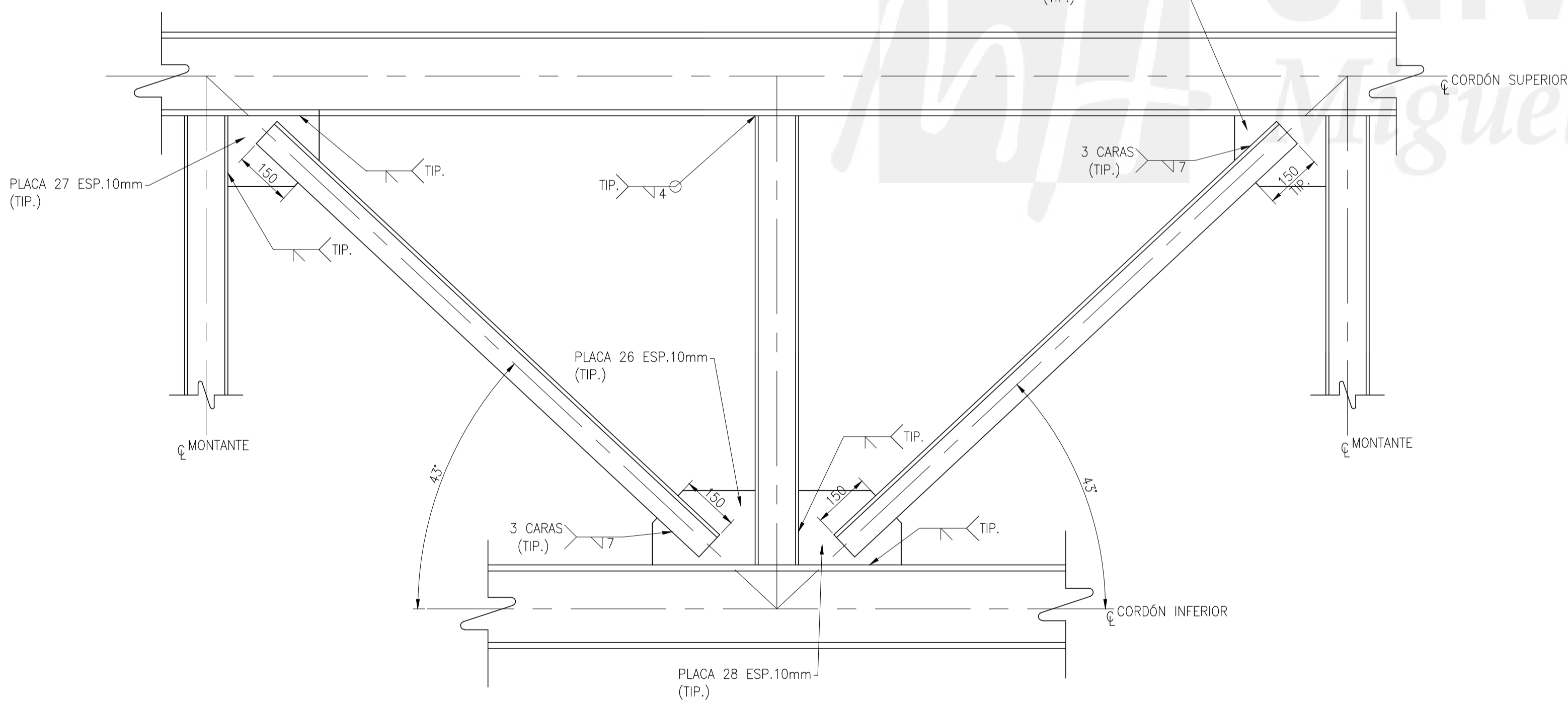
- NOTAS:**
- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
 - ACERO S275JR
 - TODA LA ESTRUCTURA METÁLICA RECIBIRÁ EL SIGUIENTE TRATAMIENTO:
 - PREPARACIÓN SUPERFICIES POR CHORREO AL GRADO Sa 2 1/2, SEGÚN SIS 055900
 - CAPA DE IMPRIMACIÓN EPOXI RICA EN ZN DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - CAPA INTERMEDIA EPOXI DE ESPESOR 80 MICRAS.
 - CAPA DE ACABADO EPOXI DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - ESPESOR TOTAL DE 180 MICRAS DE PELÍCULA SECA
 - PARA NOTAS GENERALES DE ACERO VER PLANO 2.7.
 - SE PRIORIZARÁN LAS SOLDADURAS EN TALLER SOBRE LAS SOLDADURAS EN CAMPO.



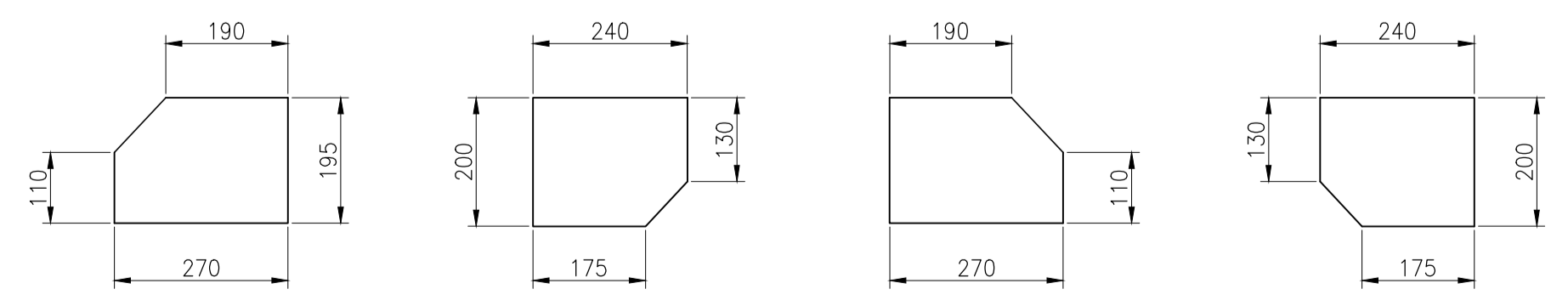
ALZADO



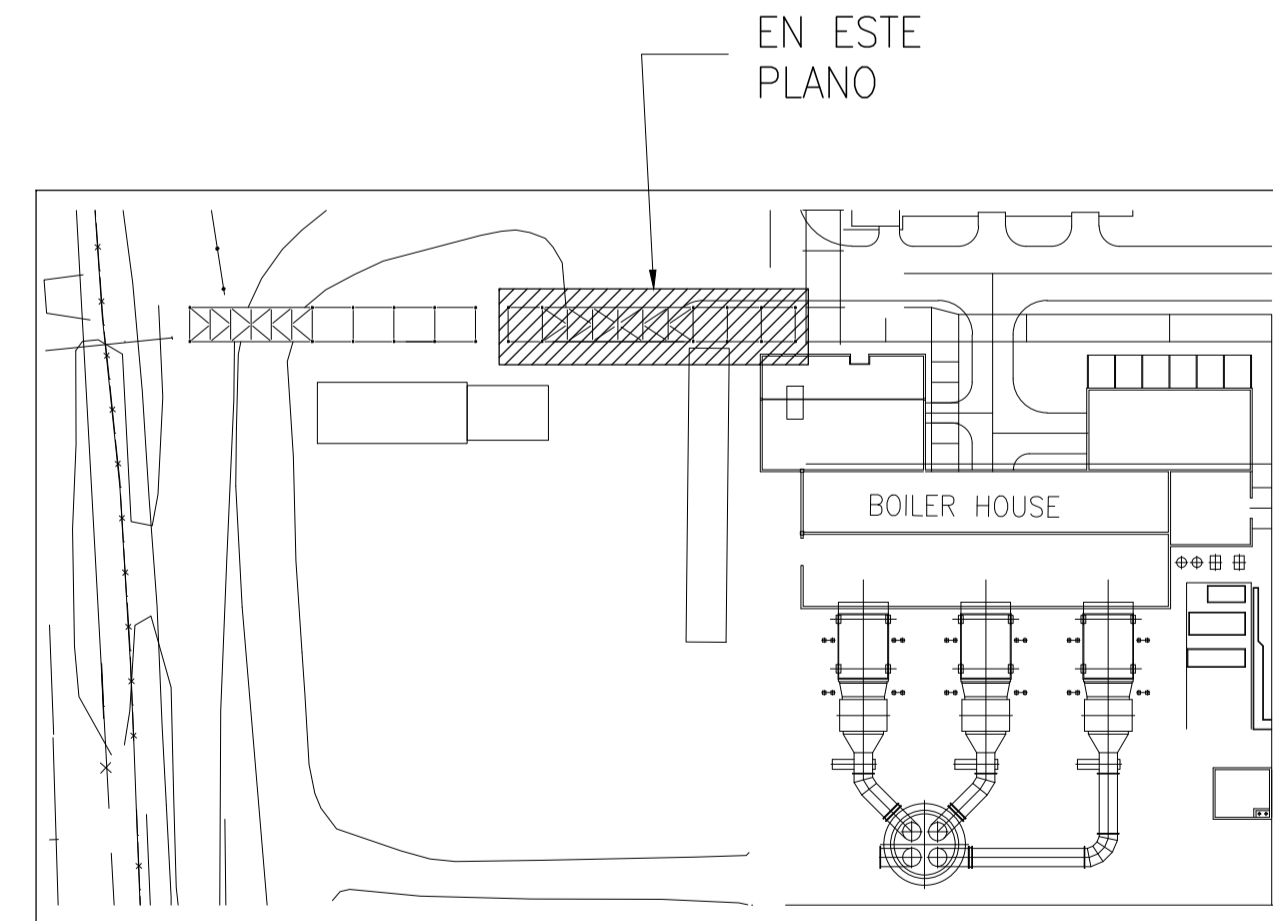
UNION 20
VIGA ATADO-ARRIOSTRADOS
ESCALA 1:10



ALZADO

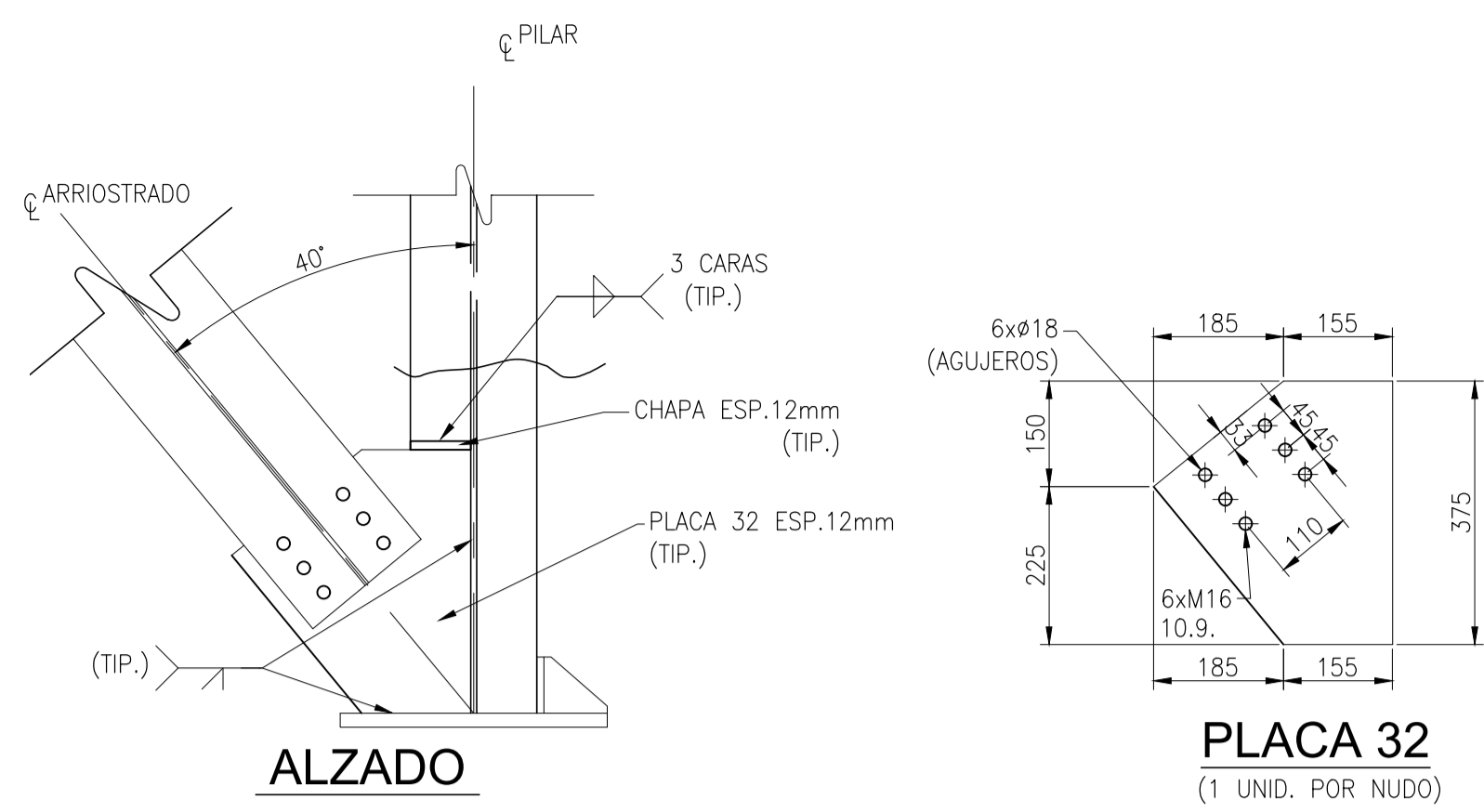


UNION 18
MONTANTES-DIAGONAL
ESCALA 1:10



PLANO LLAVE

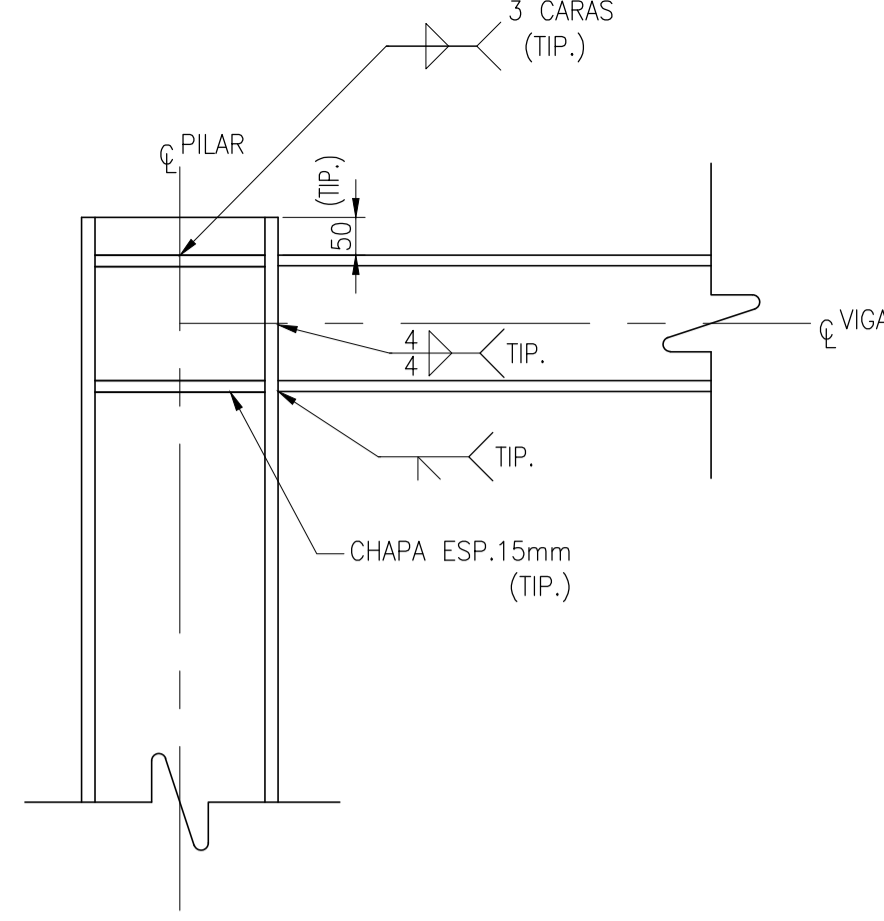
		MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES	
ASIGNATURA		TRABAJO FIN DE MÁSTER	
PROYECTO		Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones	
FECHA	junio 2019	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	Según se indica	ESTRUCTURA METÁLICA DETALLES DE UNIONES 3	Adrián Berdasco Fernández
SITUACIÓN	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA		
PLANO Nº	2.5		



UNION 21

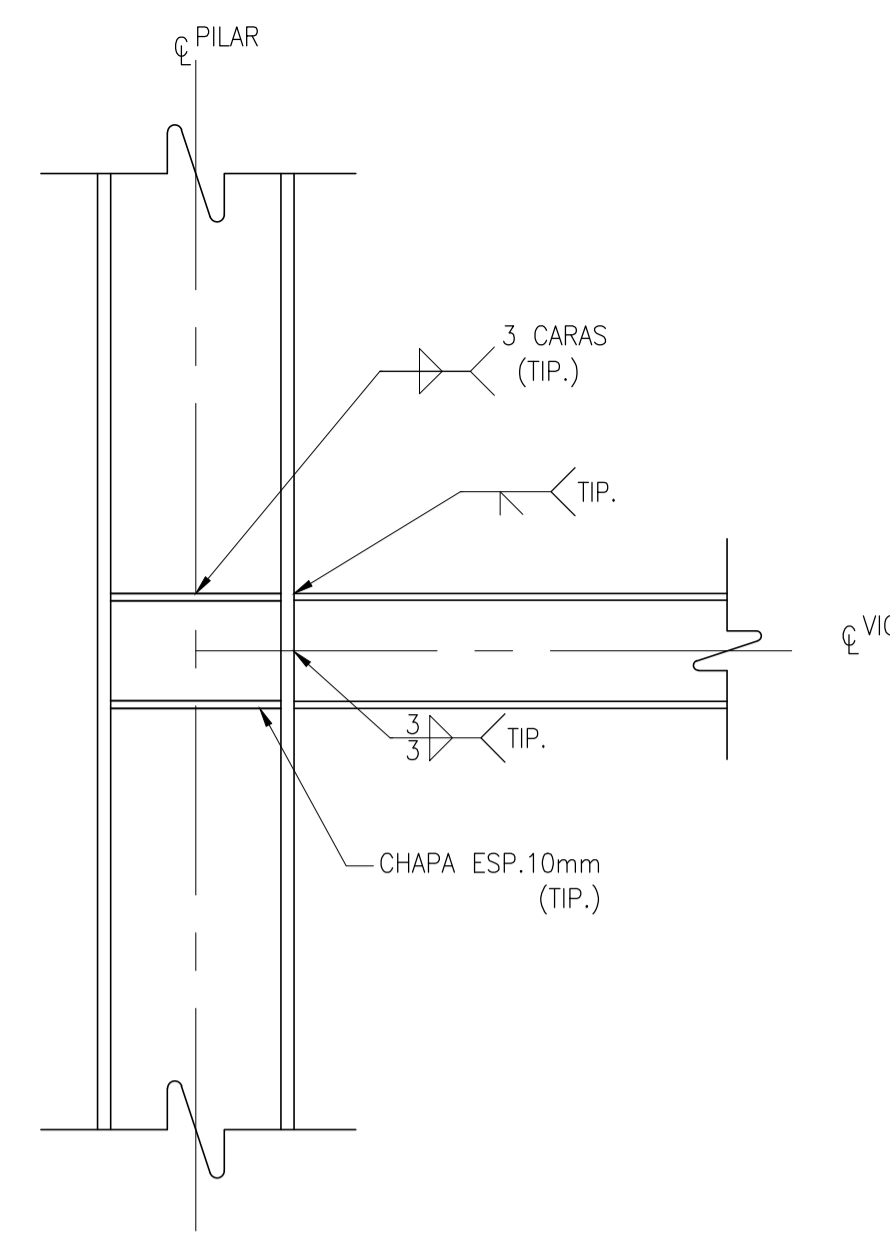
PILAR-ARRIOSTRADO VERTICAL
ESCALA 1:10

PLACA 32
(1 UNID. POR NUDO)



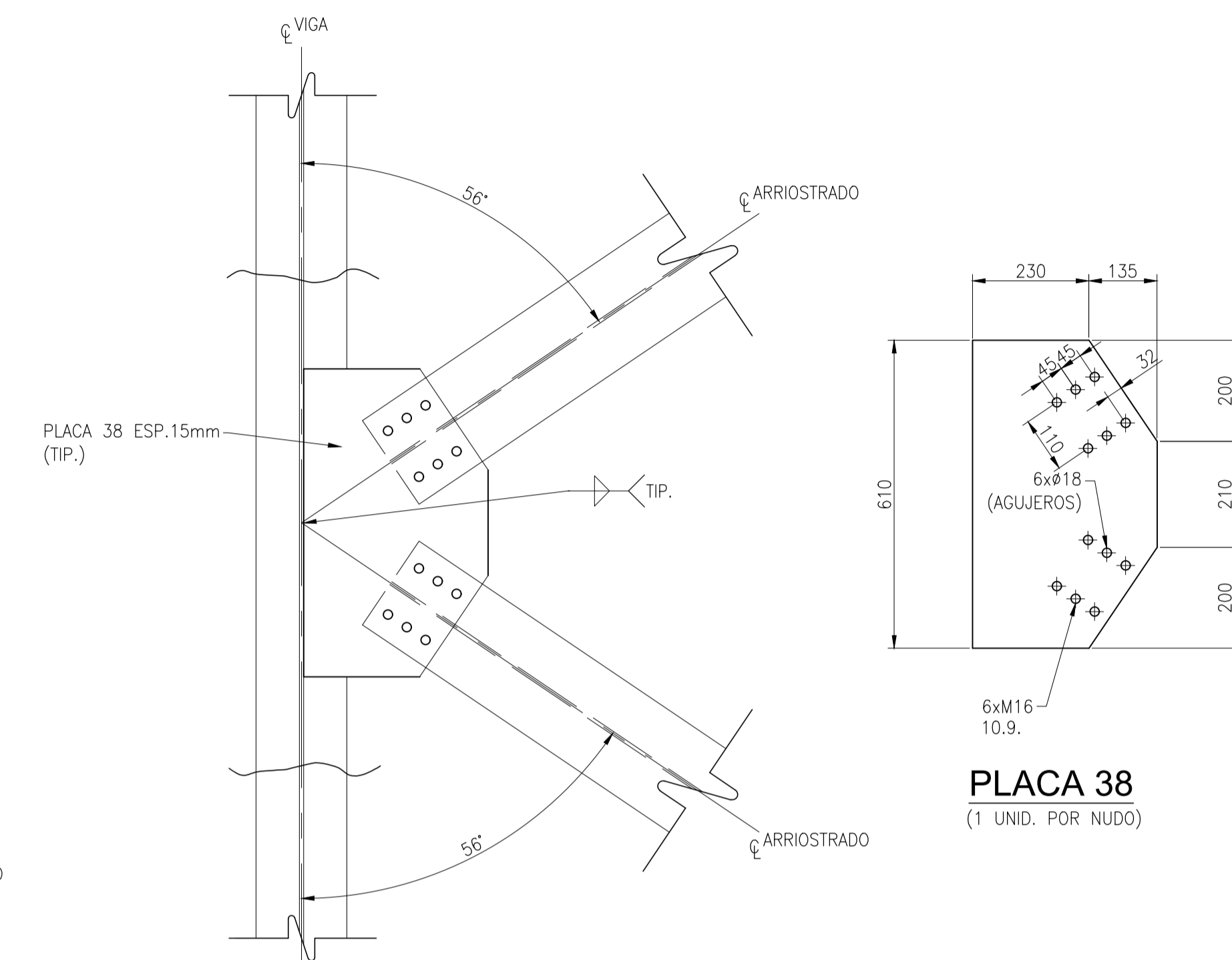
UNION 22

PILAR-VIGA SUP. PÓRTICOS
ESCALA 1:10



UNION 23

PILAR-VIGA INF. PÓRTICOS
ESCALA 1:10

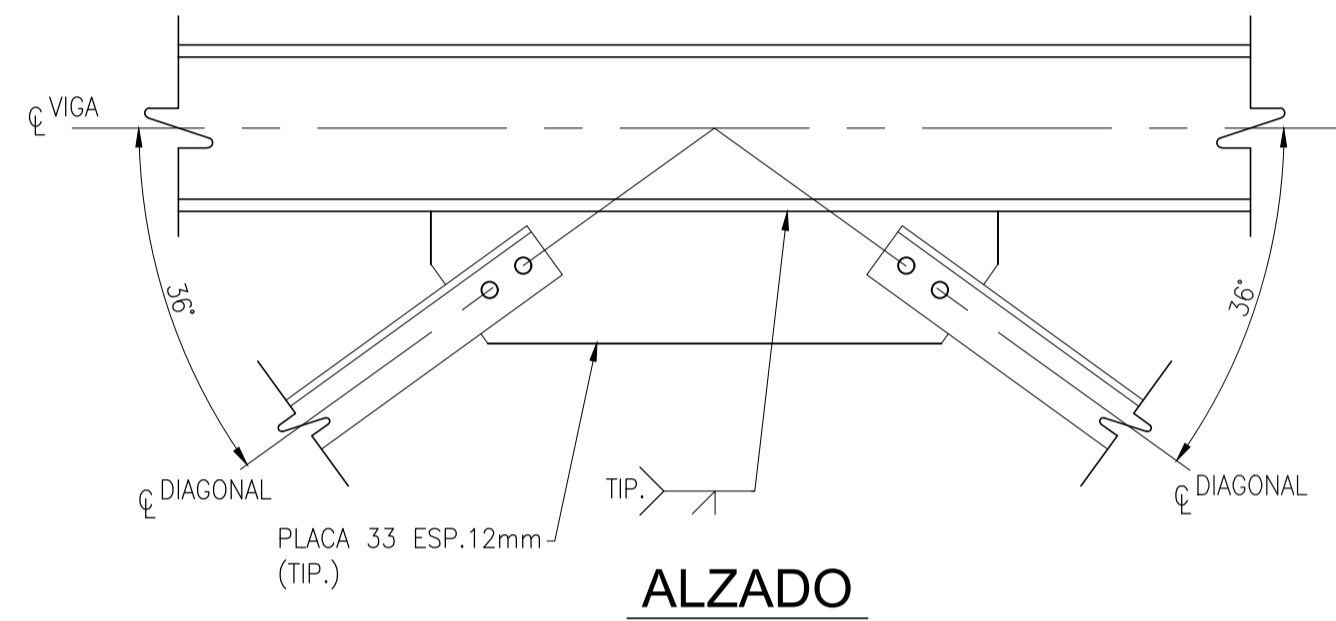


PLANTA

UNION 27

ARRIOSTRADO HORIZONTAL VIGA EN CELOSIA
ESCALA 1:10

PLACA 38
(1 UNID. POR NUDO)

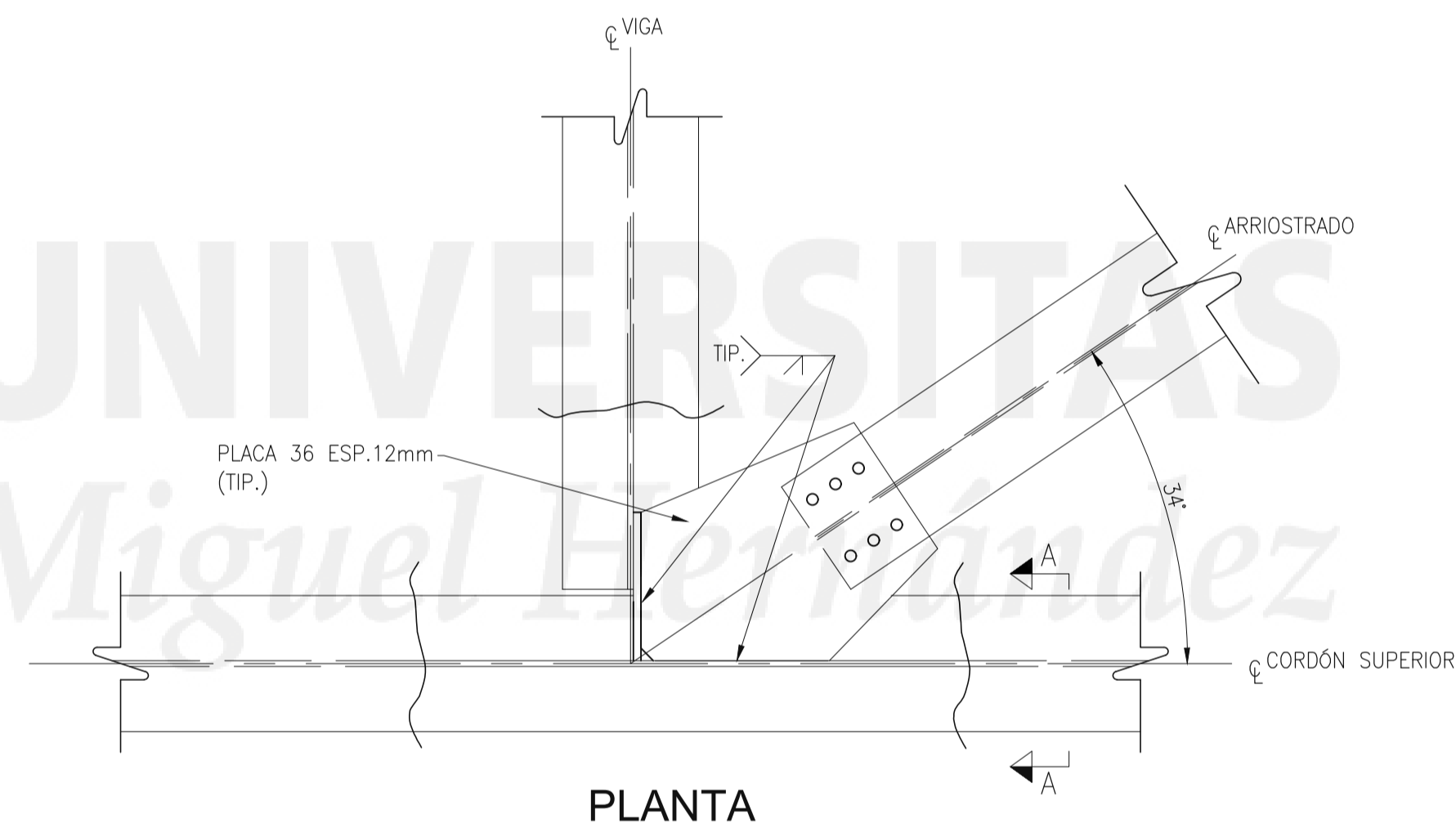
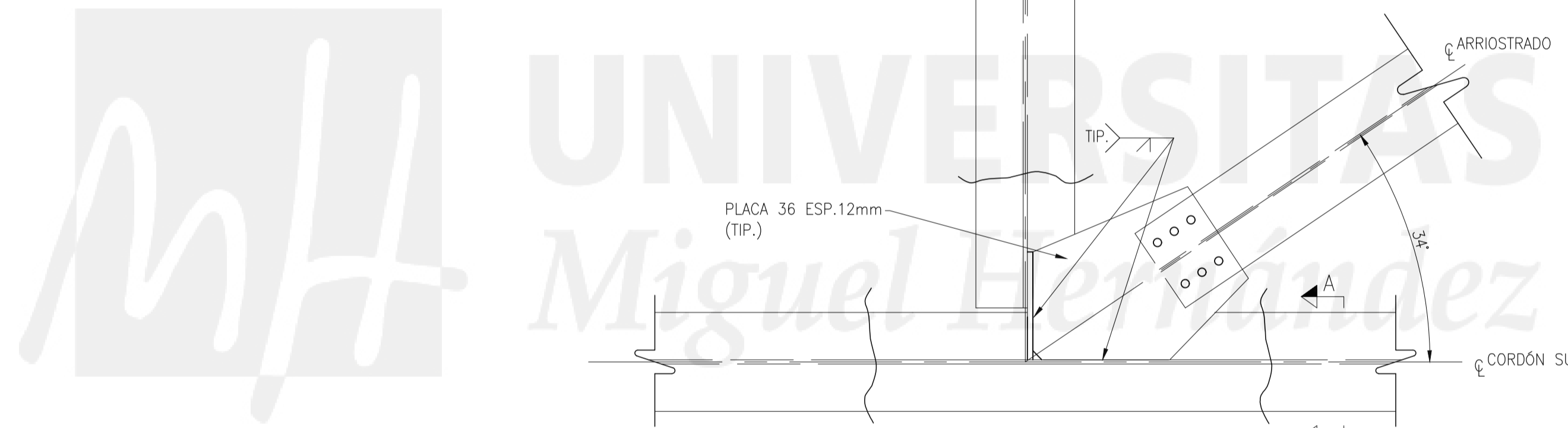


ALZADO

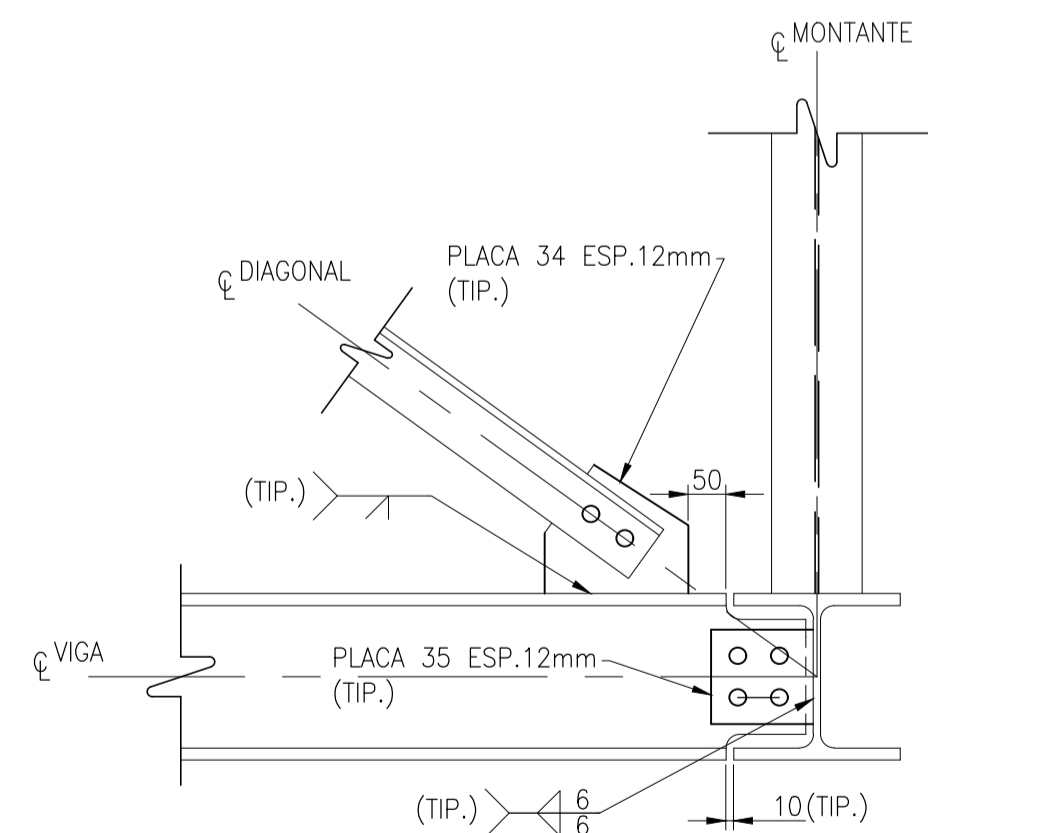
PLACA 33
(1 UNID. POR NUDO)

UNION 24

ARRIOSTRADO CORDÓN INFERIOR
ESCALA 1:10



PLANTA



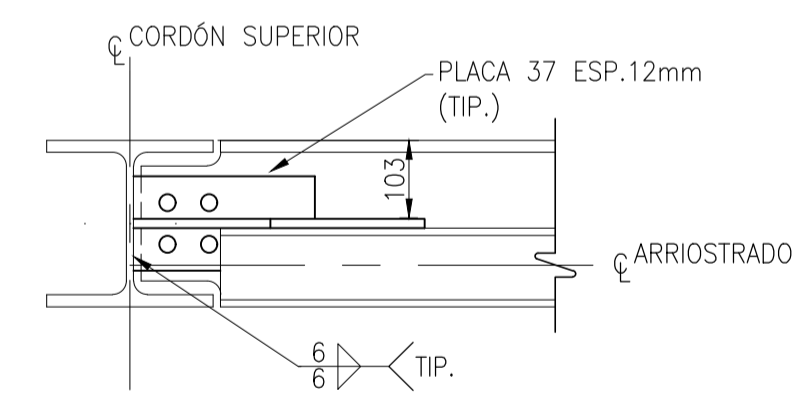
ALZADO

PLACA 34
(1 UNID. POR NUDO)

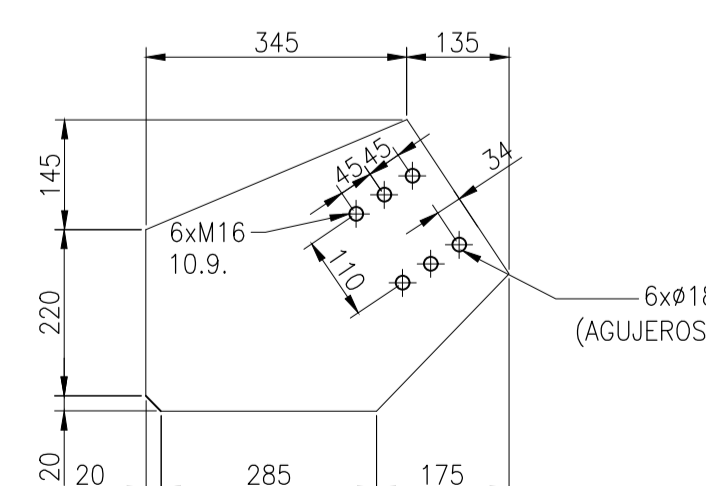
PLACA 35
(1 UNID. POR NUDO)

UNION 25

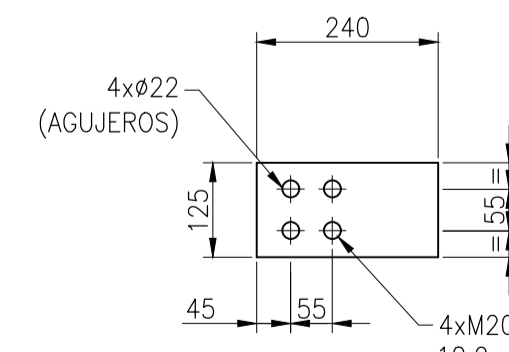
ARRIOSTRADO CORDÓN INFERIOR
ESCALA 1:10



SECCIÓN A-A



PLACA 36
(1 UNID. POR NUDO)



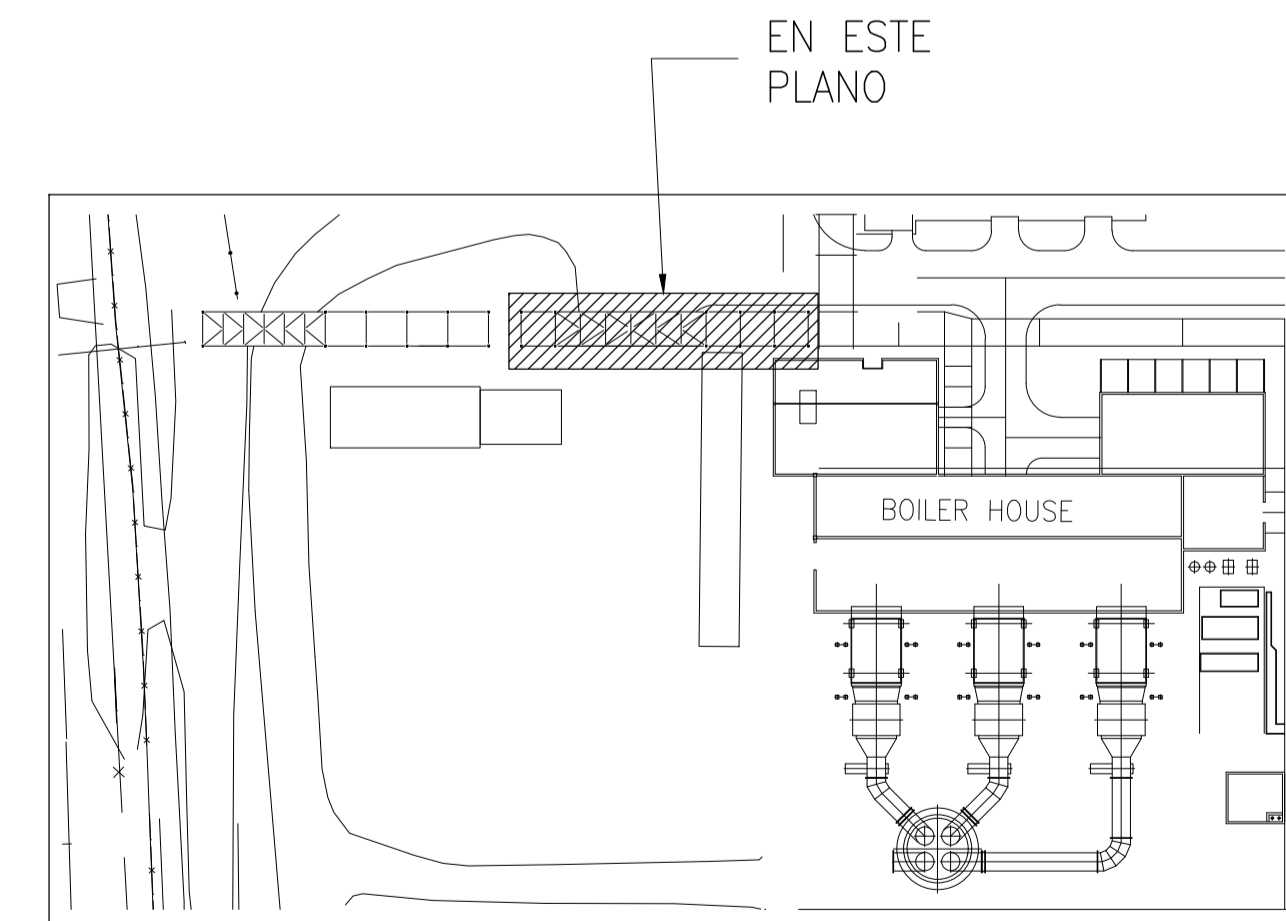
PLACA 37
(1 UNID. POR NUDO)

UNION 26

ARRIOSTRADO HORIZONTAL VIGA EN CELOSIA
ESCALA 1:10

NOTAS:


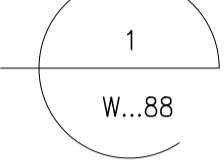
- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
- ACERO S275JR
- TODA LA ESTRUCTURA METÁLICA RECIBIRÁ EL SIGUIENTE TRATAMIENTO:
 - PREPARACIÓN SUPERFICIES POR CHORREO AL GRADO Sa 2 1/2, SEGÚN SIS 055900
 - CAPA DE IMPRIMACIÓN EPOXI RICA EN ZN DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - CAPA INTERMEDIA EPOXI DE ESPESOR 80 MICRAS.
 - CAPA DE ACABADO EPOXI DE ESPESOR 50 MICRAS.
 - ESPESOR TOTAL DE 180 MICRAS DE PELÍCULA SECA
- PARA NOTAS GENERALES DE ACERO VER PLANO 2.7.
- SE PRIORIZARÁN LAS SOLDADURAS EN TALLER SOBRE LAS SOLDADURAS EN CAMPO.



PLANO LLAVE

		MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES	
ASIGNATURA		TRABAJO FIN DE MÁSTER	
PROYECTO		Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones	
FECHA	junio 2019	DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA METÁLICA DETALLES DE UNIONES 4
ESCALA	Según se indica	EL ALUMNO	
SITUACIÓN	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA		
PLANO Nº	2.6		
			Adrián Berdasco Fernández

1.0 GENERAL

- 1.1 ESTAS NOTAS FORMAN PARTE DE CADA UNO DE LOS PLANOS DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO REFERIDOS AL PROYECTO "DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA PARA IMPLANTACIÓN DE RACK DE INSTALACIONES".
- 1.2 TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN mm (MILIMETROS) A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA.
- 1.3 LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS ESTAN EN M (METROS).
- 1.4 EL TERMINO TIPICO (TIP) AÑADIDO A COTAS O MATERIALES SIGNIFICA QUE LAS NOTACIONES EN OTROS DETALLES O SECCIONES DEL MISMO PLANO SON IDENTICAS.
- 1.5 **PEND:** SIGNIFICA QUE ESA PARTE DEL PLANO, DETALLES O COTAS, SE DESCONOCE O QUE PUEDE CAMBIAR. EL TRABAJO NO SE REALIZARA HASTA QUE EL "PENDIENTE" SEA ELIMINADO POR SACRYFLUOR.
- 1.6 SIMBOLO DE SECCION:  SECCION "A" SE MUESTRA EN EL PLANO W999
- SIMBOLO DE DETALLE:  DETALLE "1" SE MUESTRA EN EL PLANO W...88

2.0 MORTERO SIN RETRACCION

- 2.1 EL MORTERO SIN RETRACCION PARA NIVELACION DE EQUIPOS ESTATICOS O ESTRUCTURAS METALICAS SERA "MASTERFLOW 765" DE BASF O EQUIVALENTE APROBADO POR LA INGENIERIA; CON UNA RESISTENCIA A COMPRESION MINIMA DE 60 N/mm² TRAS 28 DIAS.
- 2.2 EL MORTERO SIN RETRACCION PARA NIVELACION DE EQUIPOS DINAMICOS O ESTRUCTURAS METALICAS SOMETIDAS A VIBRACIONES SERA "MASTERFLOW 4800" DE BASF O EQUIVALENTE APROBADO POR LA INGENIERIA; CON UNA RESISTENCIA A COMPRESION MINIMA DE 90 N/mm² TRAS 28 DIAS.
- 2.3 EL SOPORTE DEBE ESTAR LIMPIO, FIRME, RUGOSO Y LIBRE DE ACEITES, PINTURAS, POLVO, ETC.; Y SE HUMEDECERA HASTA SATURACION ANTES DE LA APLICACION DEL MORTERO.
- 2.4 EL MORTERO SE APLICARA SIGUIENDO DE FORMA ESTRICTA LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE.


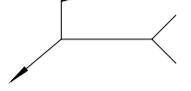
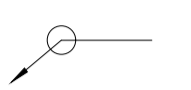
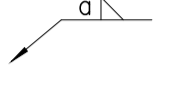
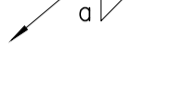
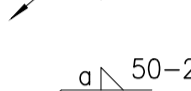
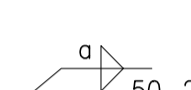
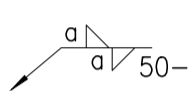
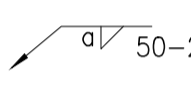
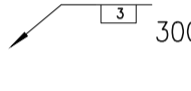




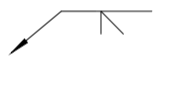




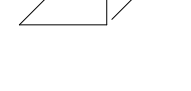
3.0 MATERIALES

- 3.1 LA ESTRUCTURA METALICA SERA S275JR DE ACUERDO CON UNE EN 10025.
- 3.2 LA ESTRUCTURA METALICA SERA PINTADA DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACION DE PINTURA INDICADA EN LOS PLANOS.
- 3.3 TODAS LAS UNIONES ATORNILLADAS SE REALIZARAN USANDO TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA 10.9 SEGUN EAE-11, CON UN LIMITE ELASTICO (Fy) MINIMO DE 900 N/mm², Y UNA RESISTENCIA A TRACCION (Fu) MINIMA DE 1000 N/mm² A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
- 3.4 LOS TORNILLOS, TUERCAS Y ARANDELAS EN UNIONES DE ELEMENTOS GALVANIZADOS EN CALIENTE TAMBIEN SERAN GALVANIZADOS.

4.0 CONEXIONES SOLDADAS

4.1 SIMBOLOS DE SOLDADURA

(SIMBOLOS MAS UTILIZADOS)

	SOLDADURA DE TALLER
	SOLDADURA EN CAMPO
	SOLDADURA A TODO ALREDEDOR
	FILETE CONTINUO (LADO OPUESTO DE LA FLECHA)
	FILETE CONTINUO (AMBOS LADOS DE LA FLECHA)
	FILETE CONTINUO (LADO DE LA FLECHA)
	FILETE DISCONTINUO (LADO OPUESTO DE LA FLECHA)
	FILETE DISCONTINUO (AMBOS LADOS DE LA FLECHA)
	COMO LA ANTERIOR PERO INTERMITENTE Y ALTERNADA
	SOLDADURA EN TAPON Ø16 C. A. C. 300 ESPESOR DE LA SOLDADURA 3 mm. (ESPECIAL PARA UNIONES DE CHAPAS)
	SOLDADURA EN V (LADO OPUESTO DE LA FLECHA)
	SOLDADURA EN V POR AMBOS LADOS
	SOLDADURA EN V (LADO DE LA FLECHA)
	SOLDADURA EN CHAFLAN (LADO OPUESTO DE LA FLECHA)
	SOLDADURA EN CHAFLAN (AMBOS LADOS)
	SOLDADURA EN CHAFLAN (LADO DE LA FLECHA)
	SOLDADURA EN ESCUADRA
	SOLDADURA EN DOBLE U
	SOLDADURA EN U
	ACABADO PLANO ESMERILADO

4.2 REQUISITOS DE SOLDADURA

- 4.2.1 TODAS LAS SOLDADURAS EN ANGULO INDICADAS EN LOS PLANOS CUMPLIRAN CON EL MINIMO ESPESOR DE GARGANTA INDICADA EN LA EAE-11: 3 mm CUANDO SE DEPOSITE EN CHAPAS DE HASTA 10 MM DE ESPESOR, 4,5 mm CUANDO SE DEPOSITE SOBRE PIEZAS DE HASTA 20 MM DE ESPESOR NI INFERIOR A 5,6 MM CUANDO SE DEPOSITE SOBRE PIEZAS DE MÁS DE 20 MM DE ESPESOR.
- 4.2.2 LAS SOLDADURAS EN ANGULO QUE SE REALICEN EN LADOS OPUESTOS DE UN MISMO ELEMENTO SE TERMINARAN UN ESPESOR DE GARGANTA ANTES DEL PUNTO DE COINCIDENCIA DE AMBAS SOLDADURAS.
- 4.2.3 LAS GARGANTAS DE LOS CORDONES DE SOLDADURA EN ANGULO SERAN IGUALES A 0.7e, SIENDO "e" EL ESPESOR MINIMO DE LAS PIEZAS A UNIR A NO SER QUE SE INDIQUE OTRA COSA EN LOS PLANOS.

4.2.4 TODAS LAS SOLDADURAS A TOPE SERAN DE PENETRACION COMPLETA EN CONFORMIDAD CON LA EAE-11, A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN LOS PLANOS.

- 4.2.5 LAS SOLDADURAS DE PENETRACION COMPLETA SE REALIZARAN CON LA PREPARACION DE BORDES ADECUADA Y APERTURA DE RAIZ EN CONFORMIDAD CON LOS METODOS HOMOLOGADOS DE SOLDADURA.
- 4.2.6 TODAS LAS SOLDADURAS EN CAMPO SERAN REALIZADAS POR SOLDADORES HOMOLOGADOS Y SERAN INSPECCIONADAS DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA ESPECIFICACION DE FABRICACION Y MONTAJE DE ACERO ESTRUCTURAL.
- 4.2.7 EN LAS UNIONES SOLDADAS REALIZADAS EN CAMPO LOS CORTES SE REALIZARAN RECTOS Y LISOS (LONGITUD: EXCESO=0 mm, DEFECTO=5 mm).
- 4.2.8 LOS AGUJEROS DE ACCESO PARA SOLDADURA SE DEJARAN SIN RELLENAR.
- 4.2.9 LAS SOLDADURAS SE REALIZARAN USANDO ELECTRODOS REVESTIDOS CON RESISTENCIA NOMINAL A LA TRACCION IGUAL A LA DEL METAL BASE.
- 4.2.10 LAS SOLDADURAS TERMINADAS ESTARAN LIBRES DE CUALQUIER DEFECTO, TALES COMO POROSIDADES, MORDEDURAS, DESBORDAMIENTOS, SOBRESESPESORES, ETC.
- 4.2.11 CUANDO SE REALICEN SOLDADURAS EN CAMPO SOBRE SUPERFICIES PREVIA-MENTE GALVANIZADAS, LA CAPA DE ZINC ADYACENTE A LA SOLDADURA SE ELIMINARA LO MAXIMO POSIBLE. LAS SUPERFICIES SOLDADAS SE RETOCARAN CON PINTURA RICA EN ZINC SEGUN LO INDICADO EN LAS ESPECIFICACIONES DE PROYECTO.

5.0 CONEXIONES ATORNILLADAS


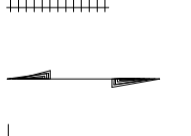





- 5.1 TODOS LOS AGUJEROS SERAN DE TAMAÑO NORMALIZADO (EJ. Ø TORNILLO+2mm).
- 5.2 EN TODOS LOS ARRIOSTRAMIENTOS EN CRUZ (1/2 IPE O 1/2HEB) CON CONEXIONES ATORNILLADAS SE DISPONDRAN 4 TORNILLOS DE M20 EN EL PUNTO DE INTERSECCION DE AMBOS ARRIOSTRADOS.
- 5.3 SE DISPONDRAN ARANDELAS DIN 6927 EN TODAS AQUELLAS CARAS DE PERFILES QUE NO SEAN PARALELAS. TALES COMO IPN, UPN, ETC.
- 5.4 TODAS LAS UNIONES TENDRAN UN MINIMO DE 2 TORNILLOS M20 A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO.

6.0 PINTURA / GALVANIZADO

- 6.1 EL TRATAMIENTO DE TODA LA ESTRUCTURA METÁLICA SERÁ EL SIGUIENTE:
- PREPARACIÓN DE SUPERFICIES POR CHORREO AL GRADO Sa 2 1/2 SEGÚN SIS055900
 - CAPA DE IMPRIMACIÓN EPOXI RICA EN ZN DE ESPESOR 50 MICRAS
 - CAPA INTERMEDIA EPOXI DE ESPESOR 80 MICRAS
 - CAPA DE ACABADO EPOXI DE ESPESOR 50 MICRAS
 - ESPESOR TOTAL DE 180 MICRAS DE PELÍCULA SECA

7.0 LEYENDA

7.1 SE USARA LA SIGUIENTE SIMBOLOGIA DE DIBUJO:

	CHAPA LAGRIMADA O ESTRIADA
	REJILLA
	DIRECCION DE CARGA
	CONEXION ARTICULADA
	CONEXION RIGIDA
	BARANDILLA
	BARANDILLA REMOVIBLE

8.0 ABREVIATURAS

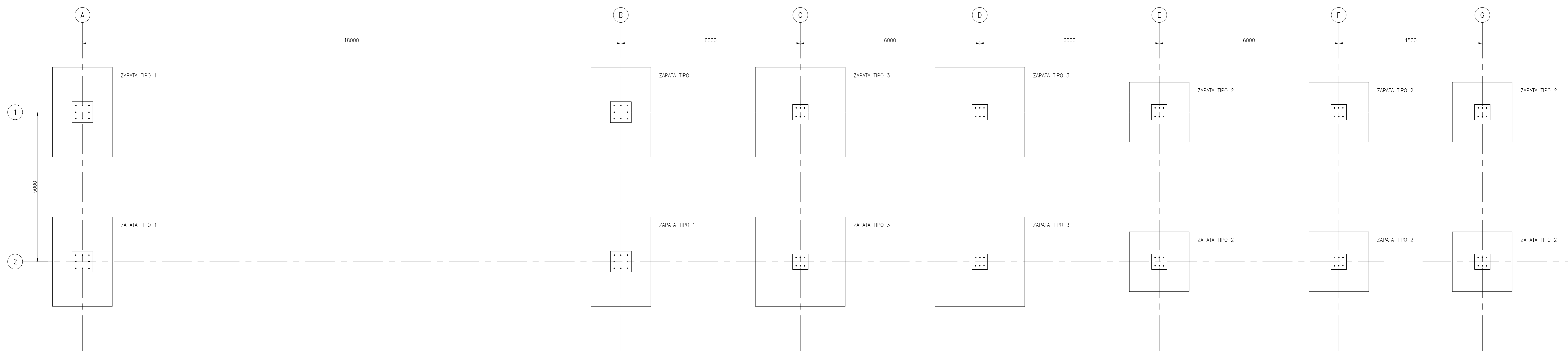
8.1 SE PUEDEN UTILIZAR LAS SIGUIENTES ABREVIATURAS EN LOS PLANOS DE ACERO:

DESCRIPCION:	ABREV.	DESCRIPCION:	ABREV.
PERNO DE ANCLAJE	AB	UNION A MOMENTO	MC
A CADA	⊗	LADO CERCANO	NS
CIRCULO DE ANCLAJES	BC	INDICADO	NTD
VIGA	BM	SIN ESCALA	NTS
INFERIOR	BOT	HUECO	OPNG
INFERIOR DE	B/O	PESO EN OPERACION	O.W.
NIVEL INFERIOR PLACA DE ASIENTO	BOP	OPUESTO	OPP
CARA INFERIOR ESCALERA VERTICAL	BOL	MANO CONTRARIA	OHD
NIVEL INFERIOR DEL ACERO	BOS	DIAMETRO EXTERIOR	OD
VOLADIZO	CANT	PINTADO	PT
ENTRE CENTROS	C/C	SOPORTE DE TUBERIA	PS
CHAPA LAGRIMADA	CHKD	CHAPA	PL
LINEA DE EJE	CL OR >	PLATAFORMA	PLATF
RECUBRIMIENTO	CLR	PROYECCION	PROJ
COLUMNNA	COL	ORDEN DE COMPRA	PO
HORMIGON	CONC	ENSAYO RADIOGRAFICO	RT
DURMIENTE DE HORMIGON	CPS	RADIO	RAD
CONEXION	CONN	REFERENCIA	REF
CONSTRUCCION	CONST	CONTRAHUELLA	R
CONTINUO	CONT	TABLA	SCH
COORDENADA	CO-ORD	UNION DE FRICCION	SC
CORRUGADO	CORR	SECCION	SECT
CENTRADO	CTRD	SIMILAR	SIM
DETALLE	DET	PUNTO DESLIZANTE	SP
DIAMETRO	DIA Ø	ESPACIO	SPA
DOBLE CORTADURA	DS	ESPACIADO	SPCD
INDICADOR DE CARGA	DTI	ESPECIFICACION	SPEC
DIBUJO	DWG	NORMALIZADO	STD
CADA	EA	RIGIDIZADOR	STIFF
ELEVACION	EL	ACERO	STL
PESO EN VACIO	E.W.	SOPORTE	SUPT
IGUAL O IGUALMENTE	EQ	SIMETRICO	SYMM
EQUIPO	EQUIP	PESO DE PRUEBA	T.W.
EXISTENTE	EXIST	ESPESOR	THK
EXPANSION	EXP	ROSCA	THD
FABRICAR	FAB	ARRIBA Y ABAJO	T & B
FABRICANTE	FABR	NIVEL SUPERIOR HORMIGON	TOC
PROTECCION CONTRA INCENDIOS LADO OPUESTO	FP	NIVEL SUPERIOR PROTECCION CONTRA INCENDIOS	TOFP
	FS	NIVEL SUPERIOR MORTERO	TOG
PUNTO FIJO	FIX.P	NIVEL SUPERIOR PLATAFORMA	TO PLATF
ALA	FLG	NIVEL SUPERIOR ACERO	TOS
GALVANIZADO	GALV	HUELLA	T
GENERAL	GEN	TIPICO	TIP
REJILLA	GRTG	A MENOS SE INDIQUE OTRA COSA	UNO
BARANDILLA	HR	ENSAYO POR ULTRASONIDOS	UT
TORNILLO ALTA RESISTENCIA	HSB	VERTICAL	VERT
PUNTO ALTO	HP	CON	W/
PUNTO ALTO SUPERFICE ACABADA	HPFS	SIN	W/O
TUBOS ESTRUCTURALES	HSS	LINEA DE TRABAJO	WL
HORIZONTAL	HORIZ	PUNTO DE TRABAJO	WP
DIAMETRO INTERIOR	ID		
INCLUYENDO	INCL		
PUNTAL DE RODILLA	KB		
LONGITUD	LG		
ALA LARGA HORIZONTAL	LLH		
ALA LARGA VERTICAL	LLV		
LOCALIZACION	LOC		
PUNTO BAJO	LP		
MAXIMO	MAX		
MINIMO	MIN		
VARIOS	MISC		
SOPORTES ELECTRICOS VARIOS	MES		
SOPORTES DE TUBERIA VARIOS	MPS		

9.0 VARIOS

- 9.1 LAS INDICACIONES (+) Y (-) MOSTRADAS AL LADO DEL TIPO DE PERFIL EN LOS PLANOS DE PLANTA (EJ.: IPE300 (+200)) INDICAN QUE EL NIVEL SUPERIOR DEL ACERO DE LA IPE300 ESTA 200mm POR ENCIMA DEL NIVEL INDICADO EN LA PLANTA GENERAL.
- 9.2 PARA FACILITAR EL MONTAJE DE PLACAS BASE SE PERMITE QUE LOS AGUJEROS REALIZADOS SEAN 5mm MAYORES QUE EL DIAMETRO DEL ANCLAJE PARA ANCLAJES DE Ø24 O INFERIORES, O SEAN 8mm MAYORES PARA ANCLAJES DE MÁS DE 24mm DE DIAMETRO, SIEMPRE Y CUANDO SE UTILICEN PLACAS DE AJUSTE CON AGUJEROS DE ACUERDO AL CLIENTE.
- 9.3 EN LOS EQUIPOS APOYADOS SOBRE ESTRUCTURAS DE ACERO SE DISPONDRAN FORROS DE CHAPA CON ESPESOR TOTAL DE 10mm A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO EN LOS PLANOS.
- 9.4 EL DESPIECE DEL ACERO ESTRUCTURAL SE REALIZARA Y SE EMITIRA A LA INGENIERIA PREVIAMENTE A PROCEDER A LA FABRICACION.
- 9.5 TOLERANCIAS GENERALES DE FABRICACION Y MONTAJE SEGUN CTE-DB-SE-A Y EAE-11.
- 9.6 EL CONTRATISTA ES EL RESPONSABLE DE LA ESTABILIDAD TEMPORAL DE CUALQUIER PARTE DE LA ESTRUCTURA EN CONSTRUCCION, Y HA DE DISPONER LAS MEDIDAS TEMPORALES NECESARIAS PARA ASEGURAR LA ESTABILIDAD DE CUALQUIER ELEMENTO.

		MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES		
ASIGNATURA		TRABAJO FIN DE MÁSTER		
PROYECTO		Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones		
FECHA	junio 2019	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO	
ESCALA	Según se indica	ESTRUCTURA METÁLICA		
SITUACIÓN	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA	NOTAS GENERALES DE ACERO		
PLANO Nº	2.7		Adrián Berdasco Fernández	



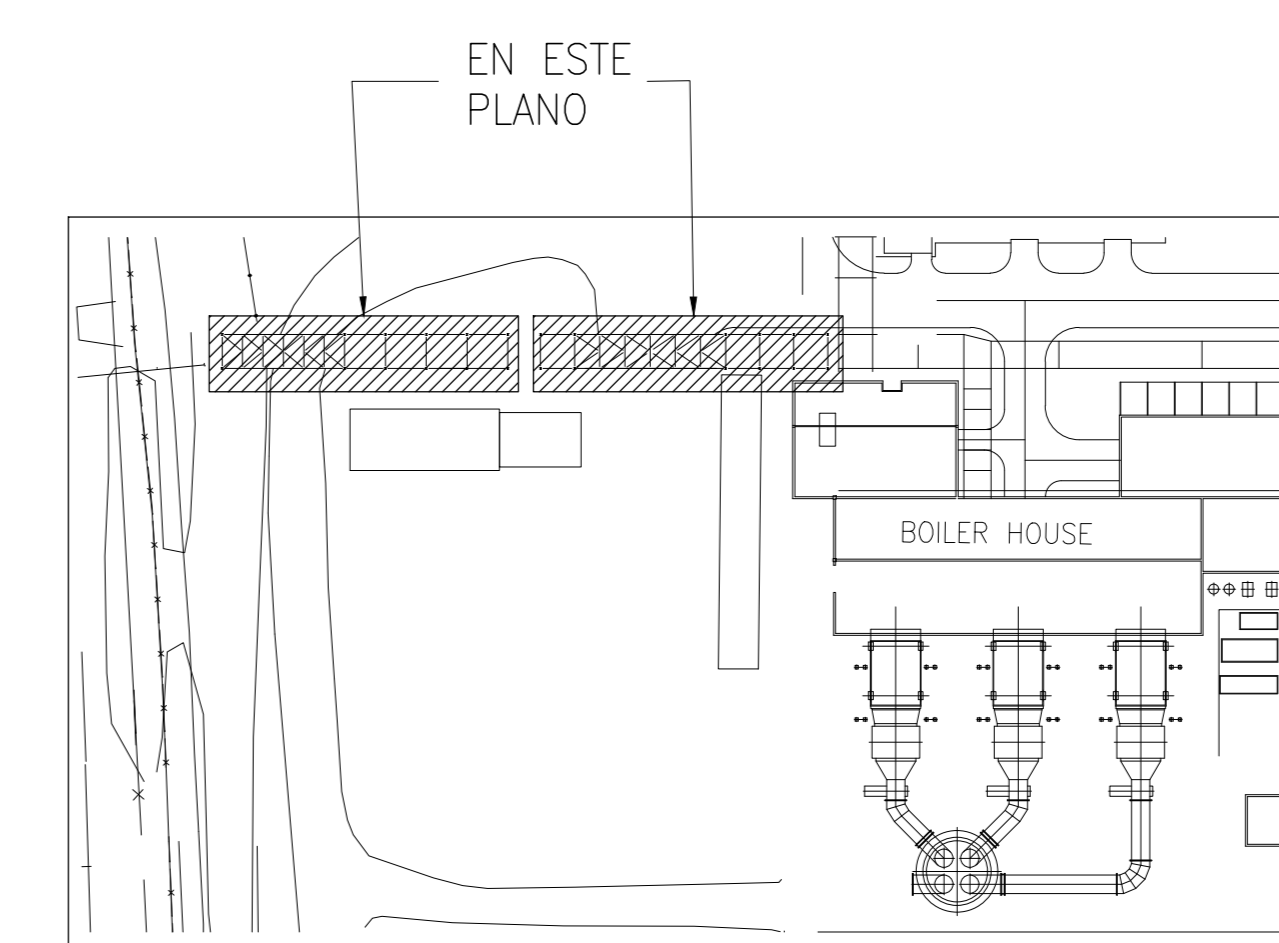
PLANTA DE CIMENTACIONES
RACK TRAMO 1
ESCALA 1:50



PLANTA DE CIMENTACIONES
RACK TRAMO 2
ESCALA 1:50

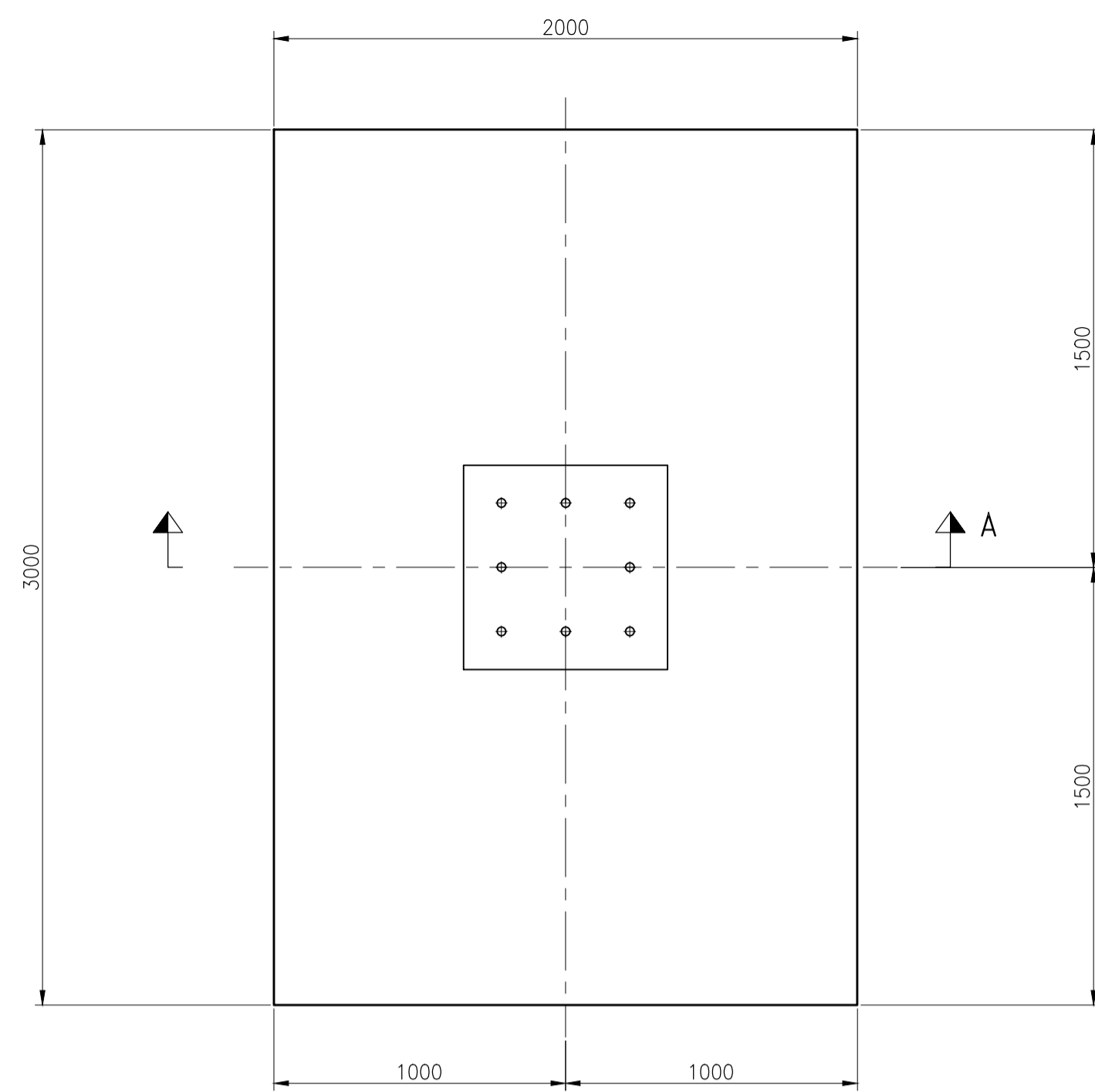
CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN INSTRUCCION EHE08

MATERIAL	TIPIFICACION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES DE SEGURIDAD			
			7%	7%	7%	7%
HORMIGON	HA-30/B/20-25/10+00	ESTADISTICO	1.50			
ACERO	B 500 SD	NORMAL		1.15	1.35	1.50
MALLA ELECTROSOLDADA	B 500 T	NORMAL				
HORMIGON DE LIMPIEZA/RELLENOS	HL-150/B/20 / HNE-15/B/20					
CONTROL DE EJECUCION EN TODA LA OBRA			NORMAL			

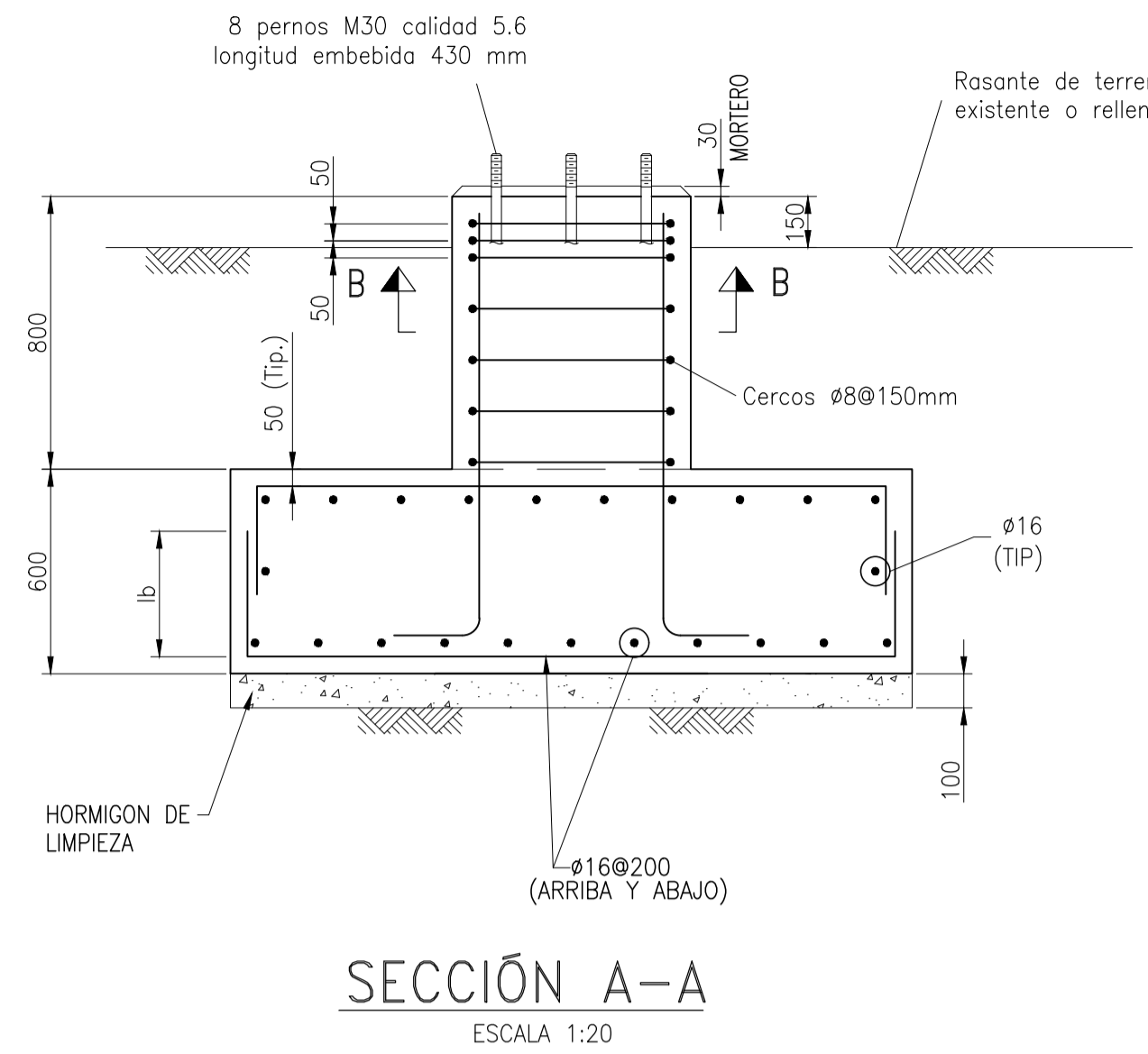


PLANO LLAVE

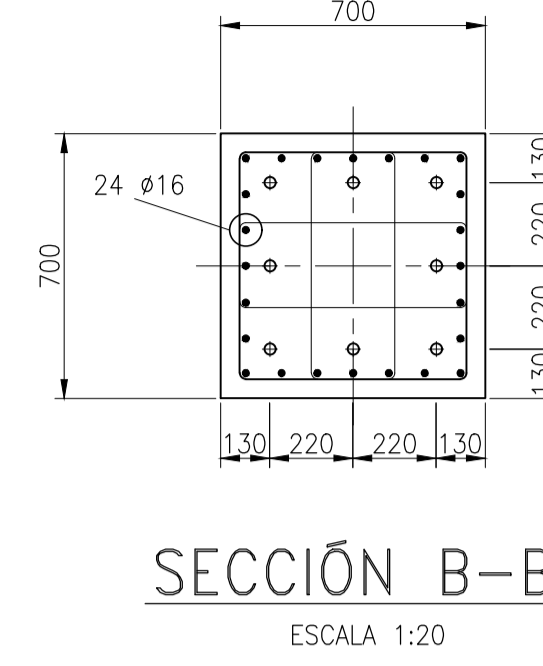
- NOTAS:
- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
 - PARA NOTAS GENERALES DE HORMIGON VER PLANO 3.3.
 - PARA DETALLES DE ZAPATAS VER PLANO 3.2.



PLANTA
ESCALA 1:20

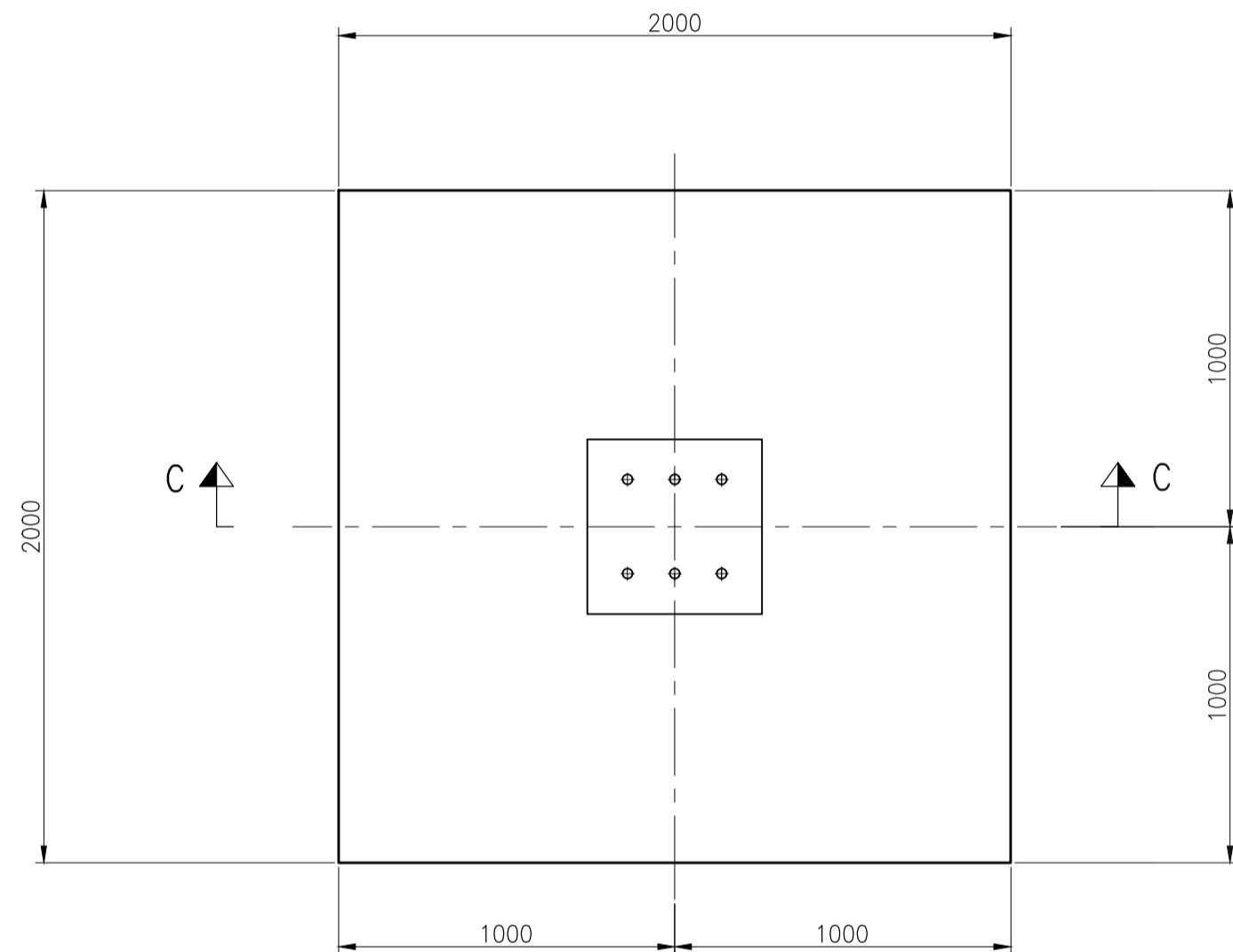


SECCIÓN A-A
ESCALA 1:20

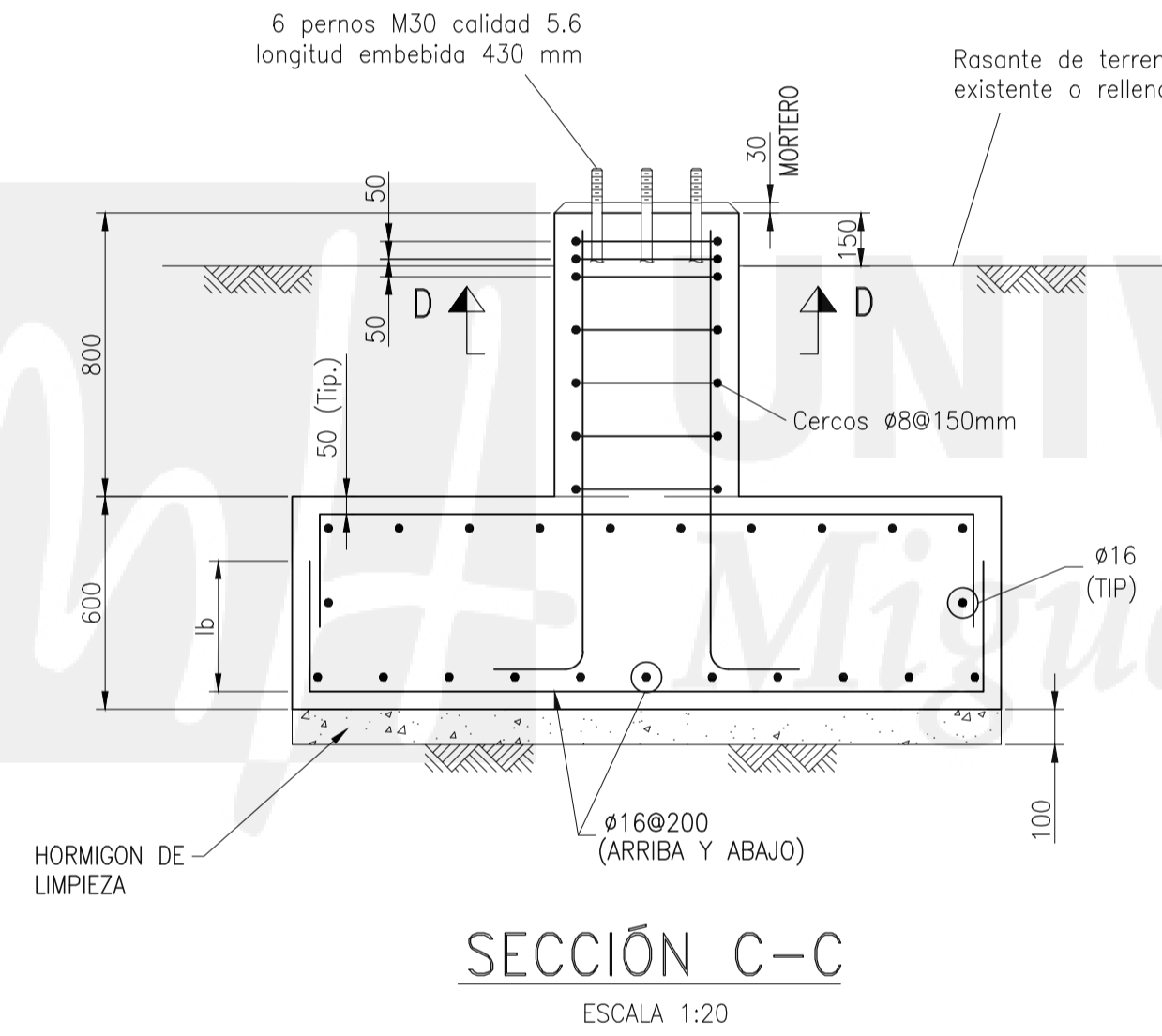


SECCIÓN B-B
ESCALA 1:20

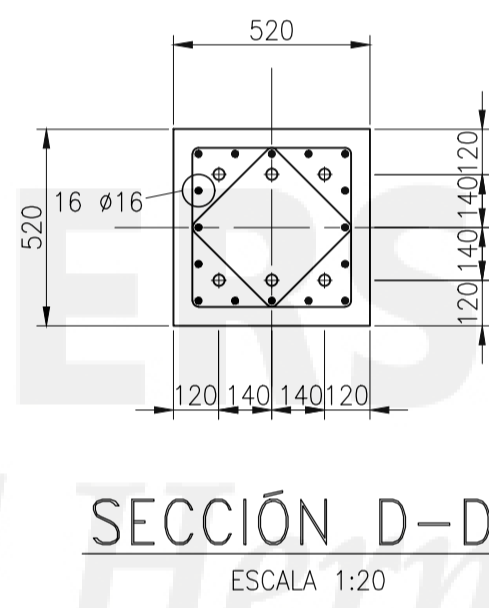
ZAPATA TIPO 1



PLANTA
ESCALA 1:20

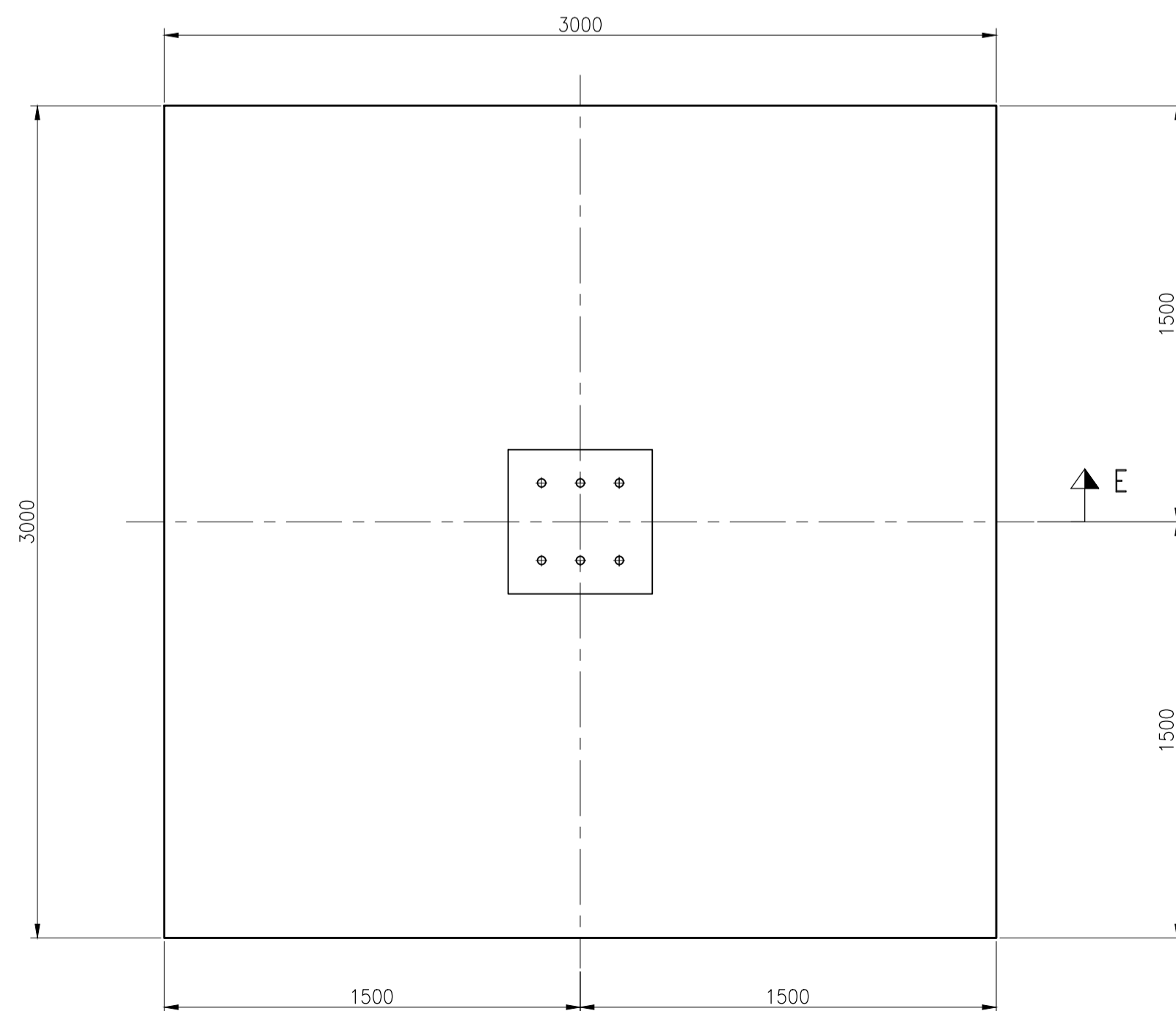


SECCIÓN C-C
ESCALA 1:20

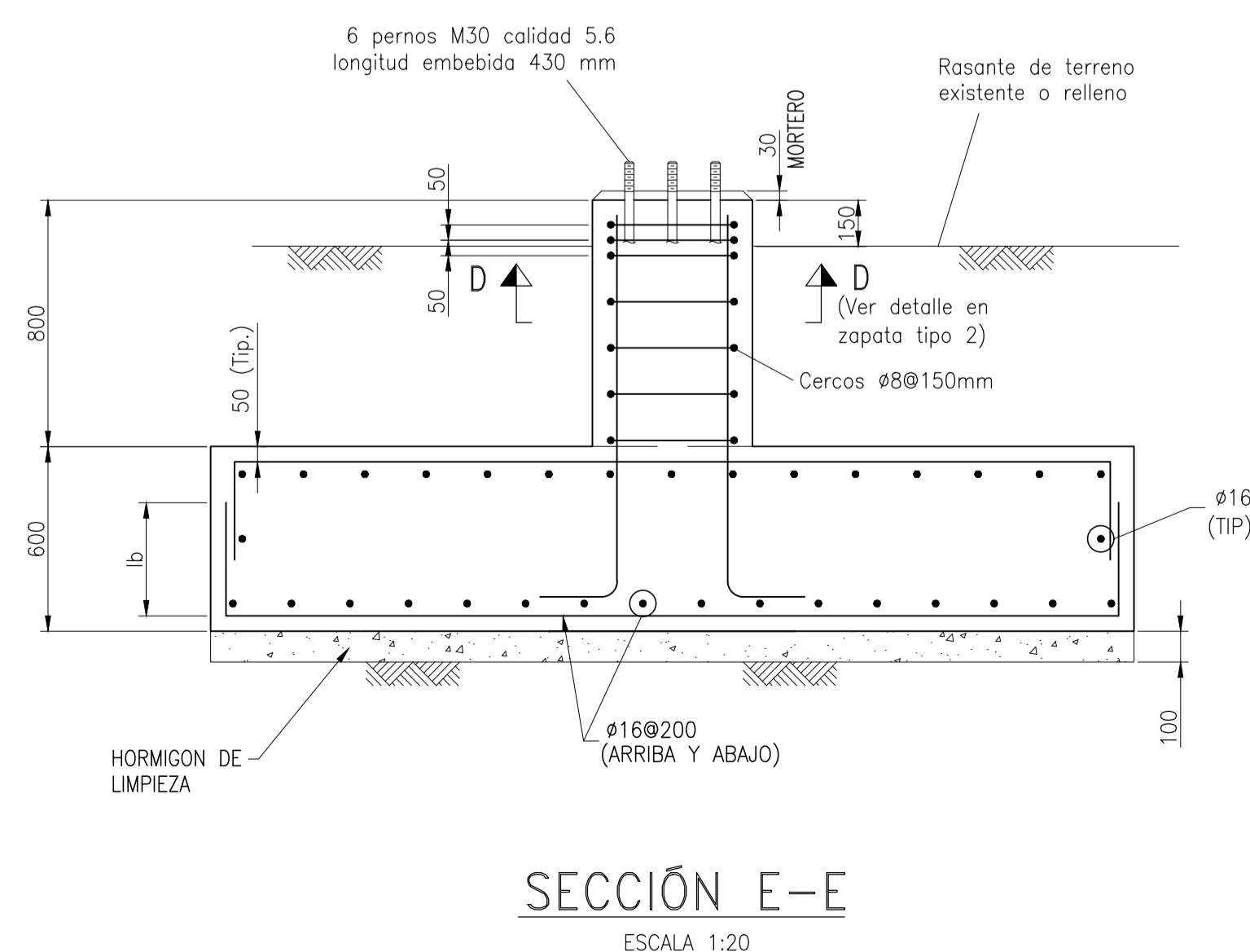


SECCIÓN D-D
ESCALA 1:20

ZAPATA TIPO 2



PLANTA
ESCALA 1:20



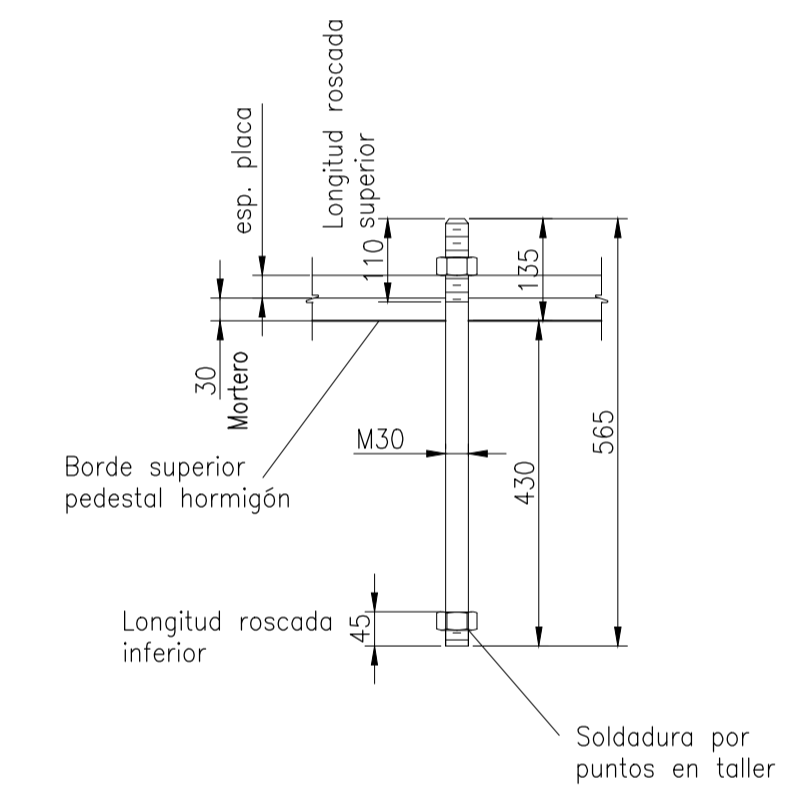
SECCIÓN E-E
ESCALA 1:20

ZAPATA TIPO 3

NOTAS:

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILÍMETROS Y LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
- 2.- PARA NOTAS GENERALES DE HORMIGÓN VER PLANO 3.3.
- 3.- PARA REPLANTEO DE ZAPATAS VER PLANO 3.1

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGUN INSTRUCCION EHE08						
MATERIAL	TIPIFICACION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES DE SEGURIDAD			
			γ_c	γ_s	γ_o	γ_{ϕ}
HORMIGON	HA-30/B/20-25/10+0 α	ESTADISTICO	1.50	1.15	1.35	1.50
ACERO	B 500 SD	NORMAL				
MALLA ELECTROSOLDADA	B 500 T	NORMAL				
HORMIGON DE LIMPIEZA/RELLENOS	HL-150/B/20 / HNE-15/B/20					
CONTROL DE EJECUCION EN TODA LA OBRA			NORMAL			

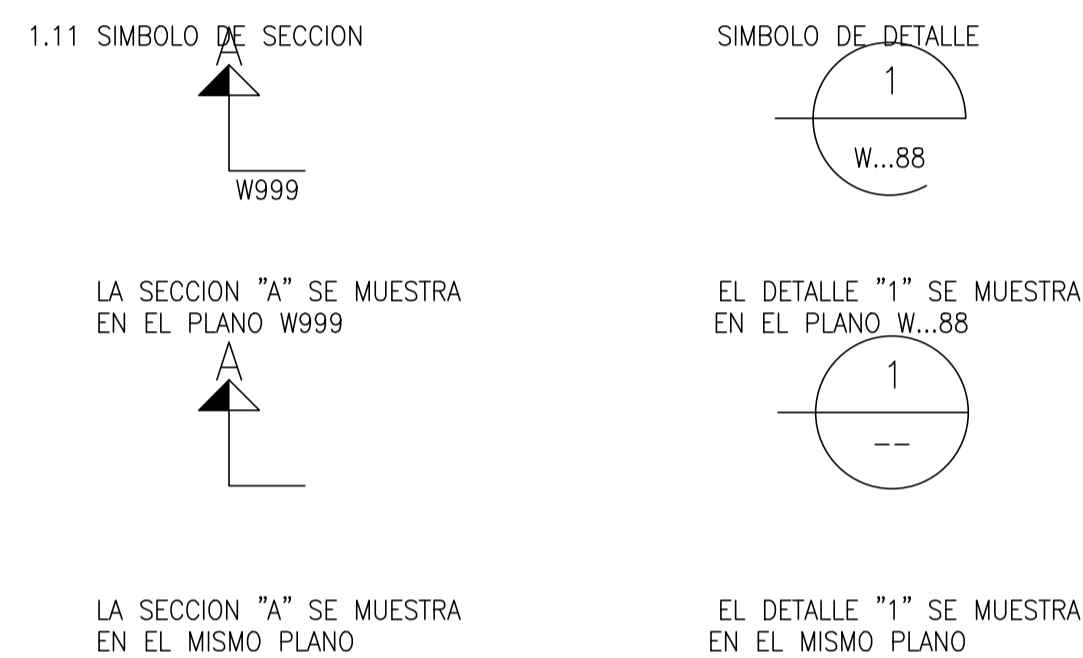


DETALLE PERNOS
ESCALA 1:10

		MASTER DE GESTIÓN Y DISEÑO DE PROYECTOS E INSTALACIONES	
ASIGNATURA TRABAJO FIN DE MÁSTER		PROYECTO Diseño y cálculo de la estructura metálica para implantación de rack de instalaciones	
FECHA	junio 2019	DESCRIPCIÓN	EL ALUMNO
ESCALA	Según se indica	CIMENTACIONES DETALLES DE ZAPATAS	Adrián Berdasco Fernández
SITUACIÓN	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA		
PLANO Nº	3.2		

1.0 GENERAL

- 1.1 ESTAS NOTAS FORMAN PARTE DE CADA UNO DE LOS PLANOS DE DISEÑO DE HORMIGON REFERIDOS AL PROYECTO "DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA PARA IMPLANTACIÓN DE RACK DE INSTALACIONES".
- 1.2 TODAS LAS COTAS, INCLUIDOS LOS DIÁMETROS DE LAS BARRAS ESTAN EN mm (MILIMETROS) A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA.
- 1.3 LAS ELEVACIONES Y COORDENADAS ESTAN EN m (METROS).
- 1.4 INCLUIR 30mm DE MORTERO SIN RETRACCION BAJO LAS PLACAS BASE Y BANCADAS DE EQUIPOS, A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA.
- 1.5 EL TERMINO TIPICO (TIP) AÑADIDO A COTAS O MATERIALES SIGNIFICA QUE LAS NOTACIONES EN OTROS DETALLES O SECCIONES DEL MISMO PLANO SON IDENTICAS.
- 1.6 SI EL SUELO DE CIMENTACION NO ES ADECUADO EN LA ELEVACION MOSTRADA EN LOS PLANOS, SE EXCAVARA HASTA ENCONTRAR EL NIVEL GEOTECNICO APROBADO COMO VÁLIDO PARA CIMENTAR, Y SE RELLENARA CON HORMIGON EN MASA EL EXCESO DE EXCAVACION.
- 1.7 BAJO TODAS LAS ZAPATAS DE CIMENTACION DE CUALQUIER TIPO, AUN CUANDO NO SE INDIQUE EN LOS PLANOS, SE COLOCARA UNA CAPA DE HORMIGON DE LIMPIEZA DE 100mm DE ESPESOR MINIMO.
- 1.8 TODAS LAS ELEVACIONES, COTAS Y DETALLES SERAN VERIFICADOS POR EL CONTRATISTA ANTES DEL COMIENZO DE LOS TRABAJOS DE CONSTRUCCION.
- 1.9 TODOS LOS MUROS EN MENSULA SE APUNTALARAN DURANTE EL RELLENO DEL TRASDOS, PERMANECIENDO EL APUNTALAMIENTO HASTA COMPLETAR LA OPERACION DE RELLENO.
- 1.10 **PEND** SIGNIFICA QUE ESA PARTE DEL PLANO, DETALLE O COTA SE DESCONOCE O SE PUEDE CAMBIAR. EL TRABAJO NO SE REALIZARA HASTA QUE EL "PENDIENTE" SEA ELIMINADO POR EL PROYECTISTA.



2.0 ENCOFRADOS

- 2.1 EL ENCOFRADO SE REALIZARA DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACION DE HORMIGON EHE-08.
- 2.2 LAS ARISTAS DEL HORMIGON VISTO ESTARAN ACABADOS CON CHAFLAN DE 25 mm A 45°, A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA EN LOS PLANOS.
- 2.3 EL MATERIAL PARA EL ENCOFRADO DE LAS SUPERFICIES EXPUESTAS DE HORMIGON SERA DE HOJAS DE MADERA CONTRACHAPADA DE 20 mm DE ESPESOR MINIMO, ACERO O ENCOFRADOS PATENTADOS

3.0 MORTERO SIN RETRACCION

- 3.1 EL MORTERO SIN RETRACCION PARA NIVELACION DE EQUIPOS ESTATICOS O ESTRUCTURAS METALICAS SERA "MASTERFLOW 765" DE BASF O EQUIVALENTE APROBADO POR LA INGENIERIA; CON UNA RESISTENCIA A COMPRESION MINIMA DE 60 N/mm² TRAS 28 DIAS.
- 3.2 EL MORTERO SIN RETRACCION PARA NIVELACION DE EQUIPOS DINAMICOS O ESTRUCTURAS METALICAS SOMETIDAS A VIBRACIONES SERA "MASTERFLOW 4800" DE BASF O EQUIVALENTE APROBADO POR LA INGENIERIA; CON UNA RESISTENCIA A COMPRESION MINIMA DE 90 N/mm² TRAS 28 DIAS.
- 3.3 EL SOPORTE DEBE ESTAR LIMPIO, FIRME, RUGOSO Y LIBRE DE ACEITES, PINTURAS, POLVO, ETC.; Y SE HUMEDECERA HASTA SATURACION ANTES DE LA APLICACION DEL MORTERO.
- 3.4 EL MORTERO SE APLICARA SIGUIENDO DE FORMA ESTRICTA LAS INSTRUCCIONES DEL FABRICANTE.

4.0 PERNOS DE ANCLAJE

- 4.1 LAS ROSCAS DE LOS PERNOS Y OTROS ELEMENTOS EMBEBIDOS ROSCADOS SERAN ENGRASADOS Y PROTEGIDOS ANTES DE HORMIGONAR.
- 4.2 LOS AGUJEROS EN LAS PLACAS DE NIVELACION Y PLACAS DESLIZANTES SERAN 5 mm SUPERIORES AL DIAMETRO DEL ANCLAJE, PARA ANCLAJES DE Ø24 O INFERIORES, O SERAN 8mm MAYORES PARA ANCLAJES DE MAS DE Ø24mm, A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA EN LOS PLANOS.

5.0 ABREVIATURAS

5.1 SE PUEDEN UTILIZAR LAS SIGUIENTES ABREVIATURAS EN LOS PLANOS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGON:

ITEM:	ABREV.:	ITEM:	ABREV.:
PERNO DE ANCLAJE	AB	MAXIMO	MAX
A CADA	⊙	MALLAZO	ME
CIRCULO DE ANCLAJES	BC	POZO	MH
INFERIOR	BOT	MINIMO	MIN
NIVEL INFERIOR PLACA DE ASIEN TO	BOP	VARIOS	MISC
NIVEL INFERIOR HORMIGON	BOC	OCTOGONO	OCT
NIVEL INFERIOR ACERO	BOS	HUECO	OPNG
LINEA DE EJE	CL o C	OPUESTO	OPP
RECUBRIMIENTO	CLR	PUNTO ALTO DE PAVIMENTO	PAP
CHAPA LAGRIMADA	CHKD	PUNTO BAJO DE PAVIMENTO	PBP
COLUMNA	COL	SOPORTE DE TUBERIA	PS
HORMIGON	CONC	PLACA	PL
CONSTRUCCION	CONST	PROYECCION	PROJ
CONTINUO	CONT	PUNTO DE TRABAJO	PT
COORDENADA	COORD	RADIO	RAD
DETALLE	DET	REFERENCIA	REF
DIAMETRO	DIA Ø	ARMADURA	REINF
DESCARGA	DISCH	REQUERIDO	REQD
ESPERA	DWL	SIN ESCALA	SE
SUMIDERO DRENAJE	DRS	SECCION	SEC
DIBUJO	DWG	SIMILAR	SIM
CADA	EA	DURMIENTE	SLPR
POR CARA	EF	PUNTO DESLIZANTE	SP
ELEVACION FONDO ARQUETA	EFA	ESPACIADO	SPCD
EN CADA DIRECCION	EW	ESPECIFICACION	SPEC
ELEVACION	EL	ACERO	STL
IGUAL	EQ	SUCCION	SUCT
EQUIPO	EQUIP	SOPORTE	SUPT
EXISTENTE	EXIST	ROSCA	THD
EXTENSION	EXT L	ARRIBA Y ABAJO	T&B
SUELO ACABADO	FF	NIVEL SUPERIOR HORMIGON	TOC
PROTECCION CONTRA INCENDIO	FP	NIVEL SUPERIOR MORTERO	TOG
CIMENTACION	FDN	NIVEL SUPERIOR ACERO	TOS
REJILLA	GRTG	TIPICO	TIP
BARANDILLA	HR	A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA	UNO
LONGITUD	LG	VERTICAL	VERT
LOCALIZACION	LOC		

6.0 HORMIGONADO

- 6.1 LAS CIMENTACIONES Y ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO ESTARAN DE ACUERDO CON LA INSTRUCCION DE HORMIGON ESTRUCTURAL (EHE08).
- 6.2 LA COMPOSICION DEL HORMIGON VERTIDO ESTARA DE ACUERDO CON LA INSTRUCCION DE HORMIGON ESTRUCTURAL (EHE08).
- 6.3 ANTES DE HORMIGONAR TODOS LOS ELEMENTOS EMBEBIDOS COMO PERNOS DE ANCLAJE, MANGUITOS, ANGULOS, ETC. SERAN PERFECTAMENTE FIJADOS PARA EVITAR DESPLAZAMIENTOS.
- 6.4 EL EMPLEO DE ADITIVOS EN EL HORMIGON SE AJUSTARA A LO INDICADO EN LA INSTRUCCION DE HORMIGON ESTRUCTURAL (EHE08).
- 6.5 EL HORMIGON SERA CURADO SEGUN LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO.
- 6.6 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES:

CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGUN INSTRUCCION EHE08

MATERIAL	TIPIFICACION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES DE SEGURIDAD			
			γ _c	γ _s	γ _e	γ _d
HORMIGON ESTRUCTURAL	HA-30/B/20-25/lla+0a	ESTADISTICO	1.50	1.15	1.35	1.50
ACERO	B 500 S	NORMAL				
MALLA ELECTROSOLDADA	B 500 T	NORMAL				
HORMIGON DE LIMPIEZA/RELLENOS	HL-150/B/20 / HNE-15/B/20					
CONTROL DE EJECUCION EN TODA LA OBRA			NORMAL			

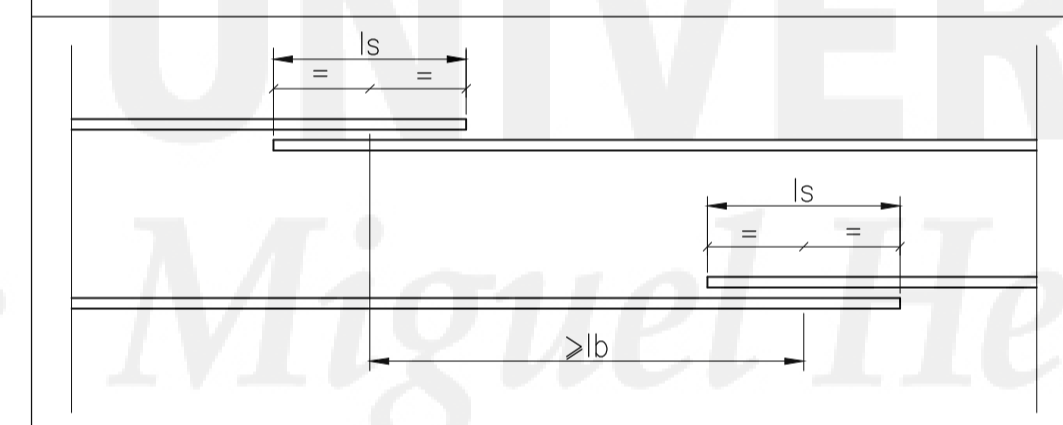
- 6.7 ANTES DEL VERTIDO DEL HORMIGON SE REVISARAN LOS PLANOS CIVILES, ELECTRICOS Y DE SERVICIOS ENTERRADOS PARA LOCALIZAR ANCLAJES ADICIONALES, ELEMENTOS EMBEBIDOS, PASATUBOS Y HUECOS NO INDICADOS EN LOS PLANOS DE ESTRUCTURA DE HORMIGON.
- 6.8 PARA ACABADOS DEL HORMIGON Y SISTEMAS DE PROTECCION VER LOS PLANOS DE DETALLE.
- 6.9 SE CONSIDERA RECUBRIMIENTO DE HORMIGON A LA DISTANCIA ENTRE LA SUPERFICIE EXTERIOR DE LA ARMADURA Y LA SUPERFICIE DEL HORMIGON MAS CERCANA, CUMPLIENDO LO INDICADO EN EL ART. 37.2.4 DE LA INSTRUCCION DE HORMIGON ESTRUCTURAL (EHE08).

ELEMENTOS DE HORMIGON ARMADO CONTRA EL TERRENO	
CIMENTACIONES	75 mm.
PILARES	50 mm.
MUROS	50 mm.
LOSAS	50 mm.
VIGAS	50 mm.

7.0 ARMADURAS

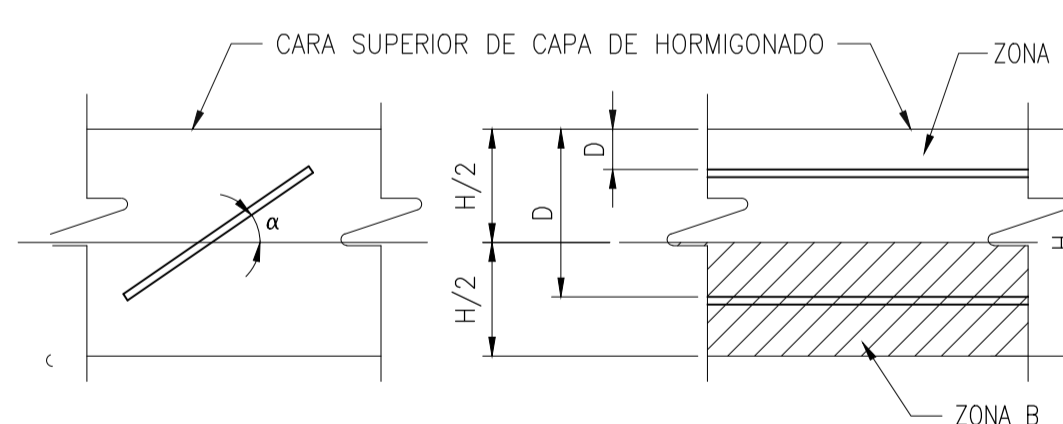
- 7.1 LAS ARMADURAS ESTARAN DE ACUERDO CON LA NORMA EHE08, A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA MANERA.
- 7.2 ARMADURAS PRINCIPALES (BARRAS):
- 7.3 MALLA ELECTROSOLDADA:
- 7.4 LA ELABORACION DE LAS ARMADURAS ESTARA DE ACUERDO CON LA NORMA EHE08.
- 7.5 LOS EMPALMES SE SITUARAN ALTERNADOS.
- 7.6 LOS CERCOS SE CONSTRUIRAN DE ACUERDO CON LA NORMA EHE08.
- 7.7 LOS CERCOS SE SITUARAN ROTADOS CON LOS GANCHOS EN "L" EN ESQUINAS ALTERNADAS.
- 7.8 LAS ARMADURAS PARCIALMENTE EMBEBIDAS EN EL HORMIGON NO SE DOBLARAN EN CAMPO, EXCEPTO LO INDICADO EN LOS PLANOS O SALVO QUE LO INDIQUE EL SUPERVISOR DE OBRA.
- 7.9 LA SEPARACION ENTRE SOLAPES SE DETERMINARA EN FUNCION DEL DIAMETRO DE LAS BARRAS DE MAYOR DIAMETRO.
- 7.10 LA SEPARACION Y LONGITUDES DE SOLAPES SE HARAN DE ACUERDO AL DETALLE SIGUIENTE.

SEPARACION Y LONGITUDES DE SOLAPES



NOTA: LOS VALORES DE ls Y lb SE ENCUENTRAN DEFINIDOS EN LA TABLA DEL PUNTO 7.12.

- 7.11 LAS POSICIONES I Y II QUE OCUPA LA ARMADURA EN LA PIEZA DE HORMIGON SE DETERMINARA EN CONFORMIDAD CON EL CUADRO INFERIOR.



POSICION	CONDICIONES		
	ANGULO α (0°-90°)	DISTANCIA D (mm)	ZONA (A-B)
I	45°-90°	-	-
	<45°	≥300	-
	<45°	<300	B
II	<45°	<300	A

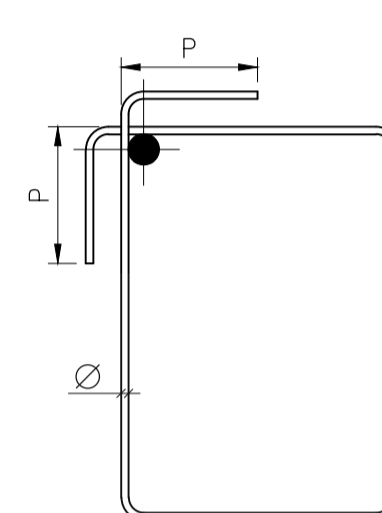
- 7.12 PARA LAS LONGITUDES DE ANCLAJE Y SOLAPO EN PROLONGACION RECTA VER LA SIGUIENTE TABLA:

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y SOLAPO (f _{ck} = 30 N/mm ² ; f _{yk} = 500 N/mm ²)				
HA-30	ANCLAJE (lb) cm		SOLAPO (ls) cm	
Ø	l _{bl}	l _{bil}	l _{sl}	l _{sll}
8	20	29	40	57
10	25	36	50	71
12	30	43	60	86
16	40	57	80	114
20	52	73	104	146
25	81	114	163	227
32	133	186	266	373

- 7.13 DEBIDO A LA EXISTENCIA DE EFECTOS DINAMICOS, LAS LONGITUDES DE ANCLAJE INDICADAS SE AUMENTARAN EN 10%.

- 7.14 EL DOBLADO DE ARMADURAS, ESTRIBOS, CERCOS Y PATILLAS, SE AJUSTARAN A LO INDICADO EN LOS CUADROS SIGUIENTES:

ESTRIBO CERRADO



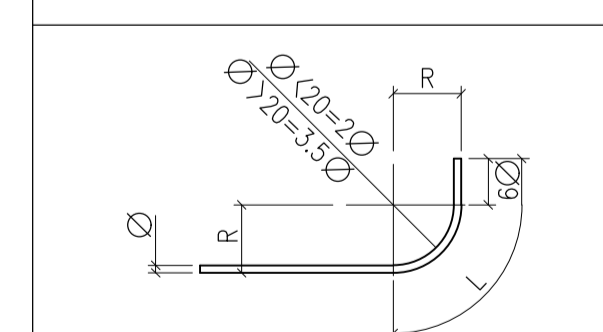
Ø ESTRIBOS	P mm
6	70
8	90
10	100
12	120

TABLA 69.3.4 DIAMETRO MINIMO DE LOS MANDRILES (EHE08)



ACERO	GANCHOS, PATILLAS Y GANCHOS EN U		BARRAS DOBLADAS Y OTRAS BARRAS CURVADAS	
	DIAMETRO DE LA BARRA EN mm.		DIAMETRO DE LA BARRA EN mm.	
	Ø < 20	Ø ≥ 20	Ø < 25	Ø ≥ 25
B 500 S	4Ø	7Ø	12Ø	14Ø

8.0 PATILLAS NORMALES

DIMENSIONES DE PATILLAS NORMALES mm.



Ø	R	L
6	18	60
8	24	80
10	30	100
12	36	120
14	42	139
16	48	159
20	90	246
25	113	307
32	144	394
40	180	492

	<p>ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p>PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 1 de 70</p>

TRABAJO FIN DE MÁSTER PLIEGO DE CONDICIONES



DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES



Alumno
Adrián Berdasco Fernández

Director
José Antonio Flores Yepes

Junio de 2019

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 2 de 70

ÍNDICE



A.- PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS. PLIEGO GENERAL

PARTE I DISPOSICIONES GENERALES

- Naturaleza y objeto del pliego general
- Documentación del contrato de obra

PARTE II DISPOSICIONES FACULTATIVAS



- DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS
 - Delimitación de competencias
 - El Promotor
 - El Proyectista
 - El Constructor
 - El Director de obra
 - El Director de la ejecución de la obra
 - El Coordinador de Seguridad y Salud
 - Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación
- DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA
 - Verificación de los documentos del Proyecto
 - Plan de Seguridad y Salud
 - Proyecto de Control de Calidad
 - Oficina en la obra
 - Representación del Contratista. Jefe de Obra
 - Presencia del Constructor en la obra
 - Trabajos no estipulados expresamente
 - Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del Proyecto
 - Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección Facultativa
 - Recusación por el Contratista del personal nombrado por el Director de Obra
 - Faltas de personal
 - Subcontratas
- RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN
 - Daños materiales
 - Responsabilidad civil
- PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES
 - Caminos y accesos
 - Replanteo
 - Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos
 - Orden de los trabajos
 - Facilidades para otros Contratistas
 - Ampliación del Proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor. Prórroga por causa de fuerza mayor
 - Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra
 - Condiciones generales de ejecución de los trabajos
 - Documentación de obras ocultas
 - Trabajos defectuosos
 - Vicios ocultos
 - De los materiales y de los aparatos. Su procedencia
 - Presentación de muestras
 - Materiales no utilizables
 - Materiales y aparatos defectuosos
 - Gastos ocasionados por pruebas y ensayos
 - Limpieza de las obras
 - Obras sin prescripciones

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 3 de 70

- DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS
 - Acta de recepción. De las recepciones provisionales
 - Documentación de seguimiento de obra
 - Documentación de control de obra
 - Certificado final de obra
 - Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra
 - Plazo de garantía
 - Conservación de las obras recibidas provisionalmente
 - De la recepción definitiva
 - Prórroga del plazo de garantía
 - De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

PARTE III DISPOSICIONES ECONÓMICAS

- PRINCIPIO GENERAL
- FIANZAS
 - Fianza en subasta pública
 - Ejecución de trabajos con cargo a la fianza
 - Devolución de fianzas
 - Devolución de la fianza en el caso de efectuarse recepciones parciales
- DE LOS PRECIOS
 - Composición de los precios unitarios
 - Precios de contrata. Importe de contrata
 - Precios contradictorios
 - Reclamación de aumento de precios
 - Formas tradicionales de medir o aplicar los precios
 - De la revisión de los precios contratados
 - Acopio de materiales
- OBRAS POR ADMINISTRACIÓN
 - Administración
 - Obras por Administración directa
 - Obras por Administración delegada o indirecta
 - Liquidación de obras por Administración
 - Abono al Constructor de las cuentas de Administración delegada
 - Normas para la adquisición de los materiales y aparatos
 - Del Constructor en el bajo rendimiento de los obreros
 - Responsabilidades del Constructor
- VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS
 - Formas varias de abono de las obras
 - Relaciones valoradas y certificaciones
 - Mejoras de obras libremente ejecutadas
 - Abono de trabajos presupuestados con partida alzada
 - Abono de agotamientos y otros trabajos especiales no contratados
 - Pagos
 - Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía
- INDEMNIZACIONES MUTUAS
 - Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras
 - Demora de los pagos por parte del propietario
- VARIOS
 - Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra
 - Unidades de obra defectuosas, pero aceptables
 - Seguro de las obras
 - Conservación de la obra
 - Uso por el Contratista de edificios o bienes del propietario
 - Pago de arbitrios
 - Garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 4 de 70</p>

B. PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES TÉCNICAS. PLIEGO PARTICULAR

PARTE I. CONTENIDO DEL PLIEGO

PARTE II. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

- OBRAS DE HORMIGÓN
 - Generalidades
 - Materiales
 - Encofrados
 - Armaduras
 - Pernos de Anclaje
 - Planta de Hormigonado
 - Dosificación del Hormigón
 - Ensayos del Hormigón
 - Transporte del Hormigón
 - Puesta en Obra del Hormigón
 - Fraguado y endurecimiento
 - Curado del Hormigón
 - Desencofrado
 - Pavimentos de Hormigón
 - Fabricaciones especiales
 - Hormigón de limpieza
 - Mortero de recricimiento "Grout"
 - Medición y Certificación
- MOVIMIENTO DE TIERRAS
 - Generalidades
 - Trabajos preliminares
 - Excavaciones
 - Rellenos
 - Caballeros
 - Terminación y refino
 - Normas de medición y abono
- FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO
 - Códigos, normas y especificacioness
 - Interpretación de la documentación técnica
 - Origen y calidad de los materiales
 - Diseño, fabricación en taller y detalles
 - Control de calidad
- MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO
 - Generalidades
 - Alcance
 - Especificaciones, códigos y normas de referencia
 - Materiales
 - Arriostramientos
 - Soldadura en campo
 - Relleno de mortero para placa base
 - Instalación de entramado metálico
 - Instalación de suelos de chapa
 - Instalación de paneles de chapa para forjados compuestos
 - Modificaciones en campo
 - Retoques
 - Oxicorte
- MEDICIÓN Y ABONO DE ESTRUCTURAS DE ACERO
 - General
 - Estructuras
 - Soportes estructurales



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 5 de 70</p>

- Coste de inspección
- **SOLDEO**
 - General
 - Especificaciones, códigos y normas de referencia
 - Construcciones soldadas
 - Plan de soldeo
 - Cualificación de los procedimientos y del personal de soldeo
 - Ejecución
 - Cordones a tope
 - Imperfecciones
 - Inspecciones
- **PINTURA DE ESTRUCTURAS DE ACERO**
 - General
 - Códigos y normas
 - Diseño
 - Condiciones atmosféricas
 - Preparación de superficies
 - Inspección y control de calidad
 - Transporte y almacenamiento
 - Reparaciones en campo
 - Garantías

PARTE III CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS

- CONDICIONES GENERALES DE RECEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS
- RELACIÓN DE PRODUCTOS CON MARCADO CE

ANEJO RELACIÓN DE PRODUCTOS CON INFORMACIÓN AMPLIADA DE SUS CARACTERÍSTICAS

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 6 de 70</p>

A.- PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS. PLIEGO GENERAL

PARTE I. DISPOSICIONES GENERALES

NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO GENERAL.

El presente Pliego General de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones particulares del Proyecto.

Ambos, como parte del proyecto tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, a la Dirección Facultativa y a los laboratorios y entidades de Control de Calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA.

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
- El Pliego de Condiciones particulares.
- El presente Pliego General de Condiciones.
- El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto). En caso de contradicción entre memoria, mediciones y presupuesto con los planos primarán estos sobre aquellos, siempre que expresamente no se determine o aclare por escrito lo contrario.

En las obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud, y el Proyecto de Control de Calidad de la Edificación. Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad, si la obra lo requiriese. Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de la obra se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

PARTE II. DISPOSICIONES FACULTATIVAS

DELIMITACION GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

DELIMITACIÓN DE FUNCIONES DE LOS AGENTES INTERVINIENTES

Ámbito de aplicación de la L.O.E. (Art. 2 y 10.2 a)

La Ley de Ordenación de la Edificación es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.

- Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

- Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas.



Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo c) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

EL PROMOTOR (Art. 9 L.O.E)

Será Promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decide, impulsa, programa o financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Son obligaciones del promotor:

- Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- Designará al Coordinador de Seguridad y Salud para el proyecto y la ejecución de la obra.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 7 de 70</p>

- Suscribir los seguros previstos en la Ley de Ordenación de la Edificación.
- Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.
- Cualquier otro requisito municipal, autonómico o estatal.

EL PROYECTISTA (Art. 10 L.O.E)



- Son obligaciones del proyectista:
- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, ingeniero, arquitecto técnico o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
 - Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
 - Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

EL CONSTRUCTOR (Art. 11 L.O.E)

- Son obligaciones del constructor:
- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
 - Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
 - Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
 - Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
 - Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
 - Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del Estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.
 - Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
 - Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
 - Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
 - Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
 - Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción de la Dirección Facultativa, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
 - Custodiar los Libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de Seguridad y Salud y el del Control de Calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
 - Facilitar a la Dirección Facultativa con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
 - Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
 - Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
 - Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
 - Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
 - Facilitar el acceso a la obra a los Laboratorios y Entidades de Control de Calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
 - Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el Art. 19 de la L.O.E.

EL DIRECTOR DE OBRA (Art. 12 L.O.E)

- Corresponde al Director de Obra:
- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
 - Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
 - Dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
 - Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
 - Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 8 de 70</p>

vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.

- Coordinar el programa de desarrollo de la obra y el Proyecto de Control de Calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación y a las especificaciones del Proyecto.
- Comprobar los resultados de los análisis e informes realizados por Laboratorios y/o Entidades de Control de Calidad.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
- Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Asesorar al Promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- Preparar con el Contratista, la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al Promotor.
- A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, y será entregada a los usuarios finales del edificio.

EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA (Art. 13 L.O.E.)



Corresponde la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Proyecto de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Redactar, cuando se le requiera, el Proyecto de Control de Calidad de la Edificación, desarrollando lo especificado en el Proyecto de Ejecución.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Director de Obra y del Constructor.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de Seguridad y Salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el Plan de Control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Director de Obra.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD (Art. 2 e, 3 y 9 R.D. 1627/1997).

El coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgo Laborales y en particular las que se refieren en el Art.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 9 de 70</p>

10 del R.D. 1652/1997 durante la ejecución de la obra.

- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

ENTIDADES Y LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACIÓN (Art. 14 L.O.E)

Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

- Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad (art. 14 de la L.O.E.):
- Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
 - Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las Comunidades Autónomas con competencia en la materia.

DE LAS OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA

VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad de la obra a la aprobación de la dirección facultativa.

PROYECTO DE CONTROL DE CALIDAD

El Constructor tendrá a su disposición el Proyecto de Control de Calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas e calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el Proyecto por la Dirección facultativa.

OFICINA EN LA OBRA

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto completo, incluidos los complementos o proyectos parciales, que coordinados por éste, completen al mismo.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencia.
- El Plan de Seguridad y Salud y su Libro de Incidencias, si hay para la obra.
- El Proyecto de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el Constructor.
- Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.



El constructor será responsable de la conservación del libro de órdenes y vendrá obligado a la entrega del mismo al final de la obra. En caso de desaparición del libro de ordenes se procederá a dotarse de un nuevo libro en el que se hará constar como ciertas las que se deriven de la reconstrucción del anterior libro, por medio de las copias de las hojas que posean los agentes de la construcción debidamente rubricadas por los mismos y, en su caso, por las anotaciones o instrucciones que le consten al director de la obra en el correspondiente expediente

REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA. JEFE DE OBRA

El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de Obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 5.
Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 10 de 70

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Director de Obra para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA

El Jefe de Obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los Documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga la Dirección Facultativa dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución. En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones Particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, Promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El Constructor podrá requerir de la Dirección Facultativa, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba la Dirección Facultativa.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCION FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Director de la Obra, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico de la Dirección Facultativa, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Director de Obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR EL DIRECTOR DE OBRA

El Constructor no podrá recusar a LA Dirección Facultativa o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones. Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

FALTAS DEL PERSONAL

El Director de Obra, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

SUBCONTRATAS

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN



DAÑOS MATERIALES (Art. 17 .1 L.O.E.)

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

Durante diez años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del art. 3 de la L.O.E.

El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 11 de 70</p>

RESPONSABILIDAD CIVIL (Art. 17.2, y siguientes L.O.E)

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción. Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores. El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar. El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista. Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño. Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de los edificios o partes edificadas frente al comprador conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, a los artículos 1.484 y siguientes del Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, MATERIALES Y MEDIOS AUXILIARES

CAMINOS Y ACCESOS

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra. La Dirección Facultativa podrá exigir su modificación o mejora.

REPLANTEO

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del Contratista e incluidos en su oferta. El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Director de Ejecución de las Obras y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Director de Obra, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS



El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato. Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

ORDEN DE LOS TRABAJOS

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 12 de 70</p>

AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Quando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Director de Obra en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado. El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Director de la Obra. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Director de la Obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen la Dirección Facultativa al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 15.

DOCUMENTACIÓN DE OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Director de Obra; otro, al Director de Ejecución de la Obra; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones generales y particulares de índole Técnica" del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Director de Ejecución de la Obra, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta. Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de Ejecución de la Obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Director de Obra de la obra, quien resolverá.

VICIOS OCULTOS



Si el Director de Ejecución de la Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Director de Obra. Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

DE LOS MATERIALES Y DE LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada. Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Director de Ejecución de la Obra una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

A petición del Director de Obra, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 13 de 70</p>

MATERIALES NO UTILIZABLES

El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Director de Ejecución de la Obra, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Director de Obra a instancias del Director de Ejecución de la Obra, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Director de Obra, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

LIMPIEZA DE LAS OBRAS

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

DE LAS RECEPCIONES DE EDIFICIOS Y OBRAS ANEJAS

ACTA DE RECEPCIÓN

La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma, cuando así se acuerde por las partes.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- Las partes que intervienen.
- La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- El coste final de la ejecución material de la obra.
- La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados.
- Una vez subsanados los mismos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.
- Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.
- Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado.



El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. En todo caso, el rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

DE LAS RECEPCIONES PROVISIONALES

Esta se realizará con la intervención de la Propiedad, del Constructor, del Director de Obra y del Director de Ejecución de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 14 de 70

hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra. Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

DOCUMENTACIÓN FINAL

El Director de Obra, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por el promotor, será entregada a los usuarios finales del edificio. A su vez dicha documentación se divide en:

a.- Documentación de seguimiento de obra

Dicha documentación según el Código Técnico de la Edificación se compone de:

- Libro de órdenes y asistencias de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971 de 11 de marzo.
 - Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre.
 - Proyecto con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
 - Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.
- La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en el Colegio Profesional.

b.- Documentación de control de obra

Su contenido cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto, más sus anejos y modificaciones.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros que debe ser proporcionada por el constructor, siendo conveniente recordárselo fehacientemente.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

c.- Certificado final de obra.

El director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

Al certificado final de obra se le unirán como anejos los siguientes documentos:

- Descripción de las modificaciones que, con la conformidad del promotor, se hubiesen introducido durante la obra haciendo constar su compatibilidad con las condiciones de la licencia.
- Relación de los controles realizados.

MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Director de Ejecución de la Obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Director de Obra con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza (según lo estipulado en el Art. 6 de la L.O.E.)

PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Condiciones Particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a nueve meses (un año con Contratos de las Administraciones Públicas).

CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE



Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarse por vicios de la construcción.

PRORROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Director de Obra marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 15 de 70</p>

DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa. Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este Pliego de Condiciones. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en este Pliego. Para las obras y trabajos no determinados pero aceptables a juicio del Director de Obra Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

PARTE III. DISPOSICIONES ECONÓMICAS

PRINCIPIO GENERAL

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

FIANZAS

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipula a continuación:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4 por 100 y el 10 por 100 del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.
- El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares.

FIANZA EN SUBASTA PÚBLICA

En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra, de un cuatro por ciento (4 por 100) como mínimo, del total del Presupuesto de contrata.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta o el que se determine en el Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto, la fianza definitiva que se señale y, en su defecto, su importe será el diez por cien (10 por 100) de la cantidad por la que se haga la adjudicación de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, y salvo condición expresa establecida en el Pliego de Condiciones particulares, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de él deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la constitución de la fianza a que se refiere el mismo párrafo. La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas. El Director de Obra, en nombre y representación del propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

DEVOLUCIÓN DE FIANZAS

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez firmada el Acta de Recepción Definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

Si la propiedad, con la conformidad del Director de Obra, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.



DE LOS PRECIOS

COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 16 de 70</p>

sean necesarios para su ejecución.

- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un 13 por 100 y un 17 por 100).

Beneficio industrial:

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la Administración.

Precio de ejecución material:

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata:

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los Indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

PRECIOS DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Beneficio Industrial del Contratista. El beneficio se estima normalmente, en 6 por 100, salvo que en las Condiciones Particulares se establezca otro distinto.

PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Director de Obra decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director de Obra y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad. Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

RECLAMACIÓN DE AUMENTO DE PRECIOS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS



En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas y en segundo lugar, al Pliego de Condiciones Particulares Técnicas.

DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato. Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100. No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordene por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 17 de 70</p>

OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

ADMINISTRACIÓN

Se denominan Obras por Administración aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- Obras por administración directa
- Obras por administración delegada o indirecta

OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

Se denominan "Obras por Administración directa" aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Director de Obra, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de propietario y Contratista.

OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA

Se entiende por "Obra por Administración delegada o indirecta" la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan. Son por tanto, características peculiares de las "Obras por Administración delegada o indirecta" las siguientes:

Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Director de Obra en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Director de Ejecución de la Obra:

Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en las obras por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.



A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15 por 100), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA

Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Propietario mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante. Independientemente, el Director de Ejecución de la Obra redactarán, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS

No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Director de Obra, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 18 de 70</p>

DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Director de Obra, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director de Obra. Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR

En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 70 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

FORMAS DE ABONO DE LAS OBRAS

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Pliego Particular de Condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las Órdenes del Director de Obra.

Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente "Pliego General de Condiciones económicas" determina.

Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Aparejador.



Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas.

Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Director de Obra aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Director de Obra en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Director de Obra la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la construcción de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 19 de 70</p>

afectarlos del tanto por ciento de contrata. Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Director de Obra lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Director de Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Director de Obra, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Director de Obra indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS

Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la Contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el Pliego de Condiciones Particulares.

PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director de Obra, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Director de Obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los "Pliegos Particulares" o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el Propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados. Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

INDEMNIZACIONES MUTUAS



INDEMNIZACIÓN POR RETRASO DEL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra, salvo lo dispuesto en el Pliego Particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

DEMORA DE LOS PAGOS POR PARTE DEL PROPIETARIO

Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cinco por ciento (5%) anual (o el

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 20 de 70</p>

que se defina en el Pliego Particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

VARIOS

MEJORAS, AUMENTOS Y/O REDUCCIONES DE OBRA.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Director de Obra haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Director de Obra ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas. En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Director de Obra introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS, PERO ACEPTABLES

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Director de Obra de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director de Obra.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el Art. 81, en base al Art. 19 de la L.O.E.



CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Director de Obra, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Director de Obra fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 21 de 70</p>

USO POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

PAGO DE ARBITRIOS



El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de la contrata, siempre que en las condiciones particulares del Proyecto no se estipule lo contrario.

GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES OCASIONADOS POR VICIOS Y DEFECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN

El régimen de garantías exigibles para las obras de edificación se hará efectivo de acuerdo con la obligatoriedad que se establece en la L.O.E. (el apartado c) exigible para edificios cuyo destino principal sea el de vivienda según disposición adicional segunda de la L.O.E.), teniendo como referente a las siguientes garantías:

- Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.
- Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante tres años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad especificados en el art. 3 de la L.O.E.
- Seguro de daños materiales o seguro de caución, para garantizar, durante diez años, el resarcimiento de los daños materiales causados por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

 Miguel Hernández

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 22 de 70</p>

B. PLIEGO GENERAL CONDICIONES TÉCNICAS. PLIEGO PARTICULAR.

PARTE I. CONTENIDO DEL PLIEGO

CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

Cada uno de los capítulos incluidos en esta parte del documento se organiza en los siguientes apartados:

DESCRIPCIÓN

Especificaciones previas del elemento constructivo, necesarias para situarse dentro de la estructura general de la Parte I del Pliego. En este apartado se define el ámbito al que van referidas las condiciones que se van a exigir. Así se conoce a qué unidades de obra afectan las condiciones técnicas que se exponen posteriormente.

CrITERIOS DE MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE UNIDADES

Se indican las unidades y formas de medición de las unidades de obra de este capítulo, especificando todo aquello que incluye. Se definirán los posibles modos de medición.

PRESCRIPCIONES SOBRE LOS PRODUCTOS

Características y recepción de los productos, que se incorporan a las unidades de obra.

En cada capítulo, o en su caso subsección, la Parte I del Pliego establece, para los productos, equipos y sistemas de la unidad de obra las condiciones de recepción, remitiendo a la Parte II Condiciones de recepción de productos. Para aquellos productos que ostentan marcado CE obligatorio, se hace referencia a las condiciones de recepción, mediante el punto concreto de la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Para aquellos productos que no ostentan marcado CE obligatorio, se especifican las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación vigente que les sea de aplicación y las características técnicas que, en su caso, complementan a las mínimas, y que deberán incluirse como parte del presente Pliego, en la documentación de Proyecto, siempre y cuando el Proyectista lo estime oportuno.

Almacenamiento y manipulación.

Criterios de uso, conservación y mantenimiento. Para algunas unidades de obra, se relacionan una serie de recomendaciones para el almacenamiento, la manipulación y conservación en obra de los productos hasta la ejecución de la unidad de obra.

PRESCRIPCIÓN EN CUANTO A LA EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA

Características técnicas de cada unidad de obra

Para algunas unidades de obra, el Pliego establece características técnicas que, en su caso, complementan a las mínimas exigidas por la reglamentación vigente que le sea de aplicación.

Condiciones previas, soporte: Se establecen los requisitos previos a la ejecución de la unidad de obra, así como las características y limitaciones necesarias del soporte y su preparación para la ejecución adecuada del elemento.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos: Se especifican las posibles incompatibilidades, tanto físicas como químicas, entre el soporte y los productos del elemento constructivo, que deben evitarse tanto para la buena ejecución de la obra, como para mantener la vida útil del edificio.

Proceso de ejecución

Comprobación del proyecto: Se hace un recordatorio de aquellos aspectos relevantes para la ejecución de la unidad de obra, que deberán verificarse con el proyecto.

Ejecución: Se relacionan las condiciones que se cumplirán en cada una de las fases de ejecución de la unidad de obra, para su correcta construcción.

Tolerancias admisibles: Se establecen los criterios de admisión de la ejecución de la unidad de obra correspondiente.

Condiciones de terminación: En determinados casos se especifican los trabajos finales de acabado de la unidad de obra, para que así pueda considerarse su recepción.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución: Se establecen los puntos de observación para la realización del control de la ejecución de la unidad de obra. En las inspecciones se comprobará que las diferentes fases de ejecución se ajustan a las especificaciones del proyecto o a las indicaciones de la dirección facultativa.

Ensayos y pruebas: En determinados casos se relacionan los ensayos y pruebas a efectuar, conforme a la programación de control o bien por orden de la dirección facultativa.

Conservación y mantenimiento:

En determinados casos se establecen indicaciones para la correcta conservación y mantenimiento hasta el día de la recepción de la obra.



PRESCRIPCIONES SOBRE VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Para algunas unidades de obra el Pliego establece las verificaciones y pruebas de servicio que deban realizarse, previstas en el proyecto u ordenadas por la dirección facultativa y las exigidas por la legislación aplicable, para comprobar las prestaciones finales del edificio. Esta parte se divide en dos secciones:

CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS

Contiene el desarrollo de las exigencias que establece el Código Técnico de la Edificación, Parte I, Capítulo 2. Condiciones técnicas y administrativas, artículo 7.2, control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas:

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 23 de 70</p>

- Control de la documentación de los suministros.
- Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica.
- Control de recepción mediante ensayos.

A continuación se especifica cómo ha de hacerse la recepción de un producto en función de que esté afectado por la Directiva de Productos de la Construcción (marcado CE) o no.

RELACIÓN DE PRODUCTOS CON MARCADO CE

En esta sección se indican los productos a los que se les exige el marcado CE, detallando la fecha a partir de la cual es obligatorio el marcado, las normas de aplicación y el sistema de evaluación de la conformidad.

A continuación, se incluye un listado de productos para los que se amplía la información, con las características a verificar.

Todos los productos a los que se les exige el marcado CE y que aparecen en la Parte I. Condiciones de ejecución de las unidades de obra, están codificados para ser referenciados con precisión al apartado correspondiente de la Parte II.

PARTE II. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

OBRAS DE HORMIGÓN

1.- GENERALIDADES

1.1. Independientemente de lo indicado en la presente especificación forman parte integrante del mismo el contenido de las siguientes normas:

- EHE-08.

Igualmente será de aplicación toda la normativa legal aplicable en cada caso emitida por los organismos competentes.

También serán tenidas en cuenta las recomendaciones, normas, boletines informativos, instrucciones técnicas, etc., publicadas por los organismos oficiales correspondientes, siempre que ayuden a aclarar, complementar o mejorar la buena práctica de las labores contenidas en esta especificación.

La aplicación de las referidas recomendaciones será estudiada en cada caso, pudiendo la Dirección Facultativa exigir su cumplimiento en base a una lógica puesta al día de las técnicas de ejecución que en cada momento se vayan produciendo.

1.2. El replanteo necesario, ya sea para excavación, hormigón de limpieza encofrado, fijación de armaduras, fijación de pernos, etc., será responsabilidad absoluta del Contratista. El replanteo se someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa quien hará cuantas comprobaciones estime oportunas.

En cualquier caso el Contratista debe tener en cuenta que para todas estas operaciones se exigirá el empleo de técnicas y material de topografía utilizados por personal competente.

El Propietario proporcionará dos puntos de referencia, uno cuyas coordenadas han sido fijadas por la Dirección Facultativa y a partir de las cuales se harán todas las medidas y el segundo que en conjunto con el primero fijará el sistema de coordenadas.

El Propietario proporcionará por mediación de la Dirección Facultativa un punto base a partir del cual se establecerán los niveles correspondientes. Será responsabilidad del Contratista proteger estos puntos de cualquier daño de forma que la Dirección Facultativa pueda, en cualquier momento, comprobar el replanteo.

2.- MATERIALES

2.1. Cemento

2.1.1. Siempre que las Condiciones Particulares del contrato no especifiquen otra cosa, el cemento a emplear en hormigones (y mortero) será del tipo Portland artificial, debiendo ser capaz de proporcionar las condiciones exigidas de resistencia. Se utilizará el tipo recomendado por la EHE-08 para el uso previsto, previo los ensayos correspondientes de aceptación, definidos en el Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos (RC-03).

Independientemente de lo expresado, se establece como mínimo un número de ensayos de muestras representativas en los casos siguientes:

- Cada vez que se varíe la fábrica de procedencia.
- Cuando el cemento haya estado almacenado más de cuatro (4) semanas.
- Cada tres (3) meses o cada doscientas (200) toneladas que se reciban.

Un (1) ensayo de rechazo de tamiz de 4.900 mallas (finura de molido)

Un (1) ensayo de peso específico real



Un (1) ensayo de principio de fraguado

Un (1) ensayo de final de fraguado

Un (1) ensayo de expansión de autoclave

Un (1) ensayo de compresión a los 3 y 8 días

2.1.2. Las partidas de cemento que no cumplan alguno de los requisitos establecidos, serán rechazadas, salvo aceptación por parte de la Dirección Facultativa quien valorará las repercusiones que esta aceptación pueda tener en las obras. El cemento será transportado en envases de tipo aprobado en los que deberá figurar expresamente el tipo de cemento y nombre del fabricante y fecha de envasado, o bien a granel en vehículos especialmente

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 24 de 70</p>

diseñados para estos fines. En este caso a cada remesa debe acompañar un documento de envío con todos los datos de características anteriormente indicadas.

El cemento se almacenará de tal forma que permita el fácil acceso para la adecuada inspección e identificación de cada remesa en un almacén o silo protegido convenientemente contra la humedad del suelo y de las paredes. Se dispondrán los almacenes ó silos necesarios para que no puedan mezclarse los distintos tipos de cemento.

2.1.3. En el caso de que se almacene el cemento en sacos, éstos se apilarán sobre tarimas, separados de las paredes del almacén y dejando corredores entre las diferentes pilas, para permitir el paso del personal, y conseguir una máxima aireación del local. Cada cuatro (4) capas de sacos, como máximo, se colocará un tablero o tarima que permita el paso de aire a través de las propias pilas que forman los sacos.

2.2. Armaduras

2.2.1. El acero a emplear será el indicado en los planos del Proyecto. Normalmente será acero B500S o B500SD.

2.2.2. Deberá almacenarse de forma que no esté expuesto a una oxidación excesiva ni se manche de grasa, aceite, etc. A la llegada a obra se realizará una toma de muestra y sobre ella se procederá a efectuar los ensayos descritos en la EHE-08 que sean de obligado cumplimiento.

A juicio de la Dirección Facultativa de la obra, estas pruebas podrán sustituirse por la presentación de certificados de calidad expedidos por un organismo competente.

2.2.3. Los aceros empleados cumplirán con la Norma UNE 36088 en cuanto al código de identificación.

2.3. Agua

2.3.1. Se podrán emplear, tanto para el armado como para el curado de hormigón (y mortero), todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica, es decir, las que no produzcan o hayan producido en ocasiones anteriores, florescencias, agrietamientos, corrosiones o perturbaciones en el fraguado o endurecimiento de las masas.

2.3.2. En todo caso el agua deberá cumplir las prescripciones establecidas para ella en la EHE-08.

2.3.3. Caso de utilizarse agua de pozos para el amasado o curado, deberá realizarse un análisis de la misma cada 15 días como mínimo y en todo caso siempre que la Dirección Facultativa lo considere conveniente. Caso de que como resultado del análisis no pudiesen utilizarse dichas aguas, el Contratista deberá proceder a obtener agua de otras fuentes de suministro autorizadas por el Propietario.

2.3.4. El agua, fundamentalmente para riego y curado, será habitualmente, suministro del Propietario, de acuerdo con lo que se indique en el Pliego de Condiciones Particulares.

Este hecho, en cualquier caso, no eximirá al Contratista del control de calidad del agua empleada que debe ajustarse a lo expresado anteriormente.

En caso de que el agua suministrada por la Propiedad, en algún momento no cumpliera los requerimientos indicados, se le comunicará formalmente por parte del Contratista al Propietario con el fin de arbitrar las oportunas medidas correctoras.

2.4. Áridos

2.4.1. Los áridos a emplear en hormigones serán químicamente inertes, ásperos, de porosidad limitada y no contendrán sustancias orgánicas u otras que en opinión de la Dirección Facultativa, puedan perjudicar la resistencia o durabilidad del hormigón.

2.4.2. El árido grueso será calizo o granítico. El Contratista presentará un informe previo que demuestre que la resistencia del árido es suficiente para el tipo de hormigón requerido. Este árido será procedente de machaqueo, salvo que la Dirección Facultativa autorice otro tipo.

2.4.3. El árido será de yacimiento natural o de machaqueo. Los de yacimiento natural serán preferiblemente de río o de los denominados silíceos.

2.4.4. Las características de los áridos serán las siguientes:



a) Límite de sustancias perjudiciales:

<u>Cantidad máx.</u>	<u>en % en peso</u>
Arcilla en terrones	1,0
Finos que pasan por el tamiz 0,08 UNE 7050 (ASTM nº 200)	5,0 (x)
Material retenido en el tamiz 0,063 UNE 7050 (ASTM) que flota en un líquido de densidad 2	0,5
Compuestos de azufre expresados en SO ₄	1,2

(x) Se admite un 7,0 en arenas procedentes de machaqueo

b) El ensayo de materia orgánica realizado según UNE 7082 (A.A. 61 E. Torroja M-En 1.4 g) deberá dar más clara que la muestra patrón.

c) La pérdida de peso máxima deberá ser del 10 al 15% después de 5 ciclos de tratamiento en solución de sulfato

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 25 de 70

sódico o magnésico respectivamente, según método de ensayo UNE 7136 (H.A. 61 de E. Torroja M.E. 1.4 h)
d) Granulometría. (Teórica de 0 a 5)

Tamices

<u>UNE 7050</u>	<u>ASTM</u>	<u>% que pasa por cada tamiz</u>
10	3/8	100
5	nº 4	95 a 100
2,5	nº 8	80 a 100
1,25	nº 16	50 a 85
0,63	nº 30	25 a 60
0,32	nº 50	10 a 30
0,16	nº 100	2 a 10

e) El módulo de finura deberá ser entre 2.3 y 3.1

Gravilla

a) Granulometría. (Teórica 5 a 20)

Tamices

<u>UNE 7050</u>	<u>ASTM</u>	<u>% que pasa por cada tamiz</u>
25	1"	100
20	3/4"	90 a 100
10	3/8"	20 a 55
5	nº4	0 a 10

b) El coeficiente volumétrico será 0,25 min.

c) La pérdida de peso máxima deberá ser del 12 al 18% al ser sometida a 5 ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico o magnésico, respectivamente.

Grava

a) Granulometría. (Teórica 20 a 40)

Tamices

<u>UNE 7050</u>	<u>ASTM</u>	<u>% que pasa por cada tamiz</u>
80,-	3"	100
40,-	1 1/2"	85 a 100
25,-	1"	20 a 55
20,-	3/4"	0 a 15

b) El coeficiente volumétrico será de 0,15 min.

c) La pérdida de peso máxima deberá ser del 12 al 18% al ser sometida a 5 ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico o magnésico, respectivamente.

2.4.5. En todo caso los áridos grueso y fino deberán cumplir las prescripciones establecidas para ellos en la EHE-08.

2.4.6. Ensayos de los áridos.

La Dirección Facultativa podrá exigir cuantos ensayos crea necesarios para controlar la calidad del árido antes de su empleo en morteros y hormigones conforme a los ensayos definidos en la citada "Instrucción" y cada vez que cambie la procedencia de los mismos, debiendo el Contratista realizar los exigidos en esta especificación y presentar certificado de los resultados, corriendo estos ensayos por cuenta del Contratista.

Con independencia de lo establecido anteriormente se realizarán series reducidas de ensayos cuya frecuencia y tipo se señalan a continuación, entendiéndose que las cifras que se dan son orientativas y la Dirección Facultativa podrá, a su juicio exclusivo, reducir el número de pruebas. Todas las pruebas deberán ser realizadas por el Contratista a su cargo (independientemente de aquellas otras que la Dirección Facultativa estime oportuno) y el Contratista entregará los resultados de los siguientes ensayos por cada 150 m³ de árido fino a emplear:



- Un ensayo granulométrico (NLT 150)
- Un ensayo de determinación de materia orgánica
- Un ensayo de los finos que pasan por el tamiz 0,080

Por cada 400 m³ de árido grueso a emplear:

- Un ensayo granulométrico
- Determinar coeficiente volumétrico

El Contratista deberá retirar inmediatamente de la planta de hormigonado el material rechazado.

2.4.7. El Contratista deberá presentar el subcontrato de su proveedor de áridos en donde se indique el lugar de extracción, proceso de preparación, calidades garantizadas, etc., debiendo facilitar cuantas visitas de inspección pueda interesar hacer al Representante de la Propiedad.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 26 de 70</p>

3.- ENCOFRADOS

3.1. Los encofrados serán lo suficientemente rígidos para evitar una deformación excesiva bajo las cargas. Las deformaciones debidas a un encofrado inadecuado serán corregidas según ordene la Dirección Facultativa. Todas estas correcciones se harán a cargo del Contratista. Si el Contratista propone emplear enlaces internos (latiguillos) deberá proponer el sistema (o sistemas) que se desea utilizar para la aprobación de la Dirección Facultativa. Los encofrados se construirán de tal forma que puedan quitarse sin dañar el hormigón.

Todos los encofrados estarán hechos de forma que por el juntado no pierdan lechada ni agua y si son de madera vistos se podrá exigir que sean machihembrados. Se les dará un tratamiento que impida que absorban el agua de hormigón.

Todas las esquinas agudas de los encofrados serán fileteadas o achaflanadas en 2,5 cm, y se dará un leve sesgo a las partes salientes para asegurar que se pueden quitar fácilmente sin dañar el hormigón.

3.2. El encofrado será lo suficientemente rígido como para asegurar que al verter y compactar el hormigón:

- a) No se producirá desplazamiento lateral parcial de más de 5 mm
- b) No se producirá ningún desplazamiento lateral total apreciable
- c) El desplazamiento vertical en cimbras y apeos no excederá el 1/1000 de la luz hasta un máximo de 5 cm. La Dirección Facultativa podrá exigir que se le entreguen los cálculos justificativos para su aprobación en cuyo caso, no podrá procederse al vertido del hormigón mientras no reciba esta aprobación.

3.3. El encofrado limpio y humedecido o tratado con un material adecuado antes de proceder al vertido del hormigón.

3.4. En principio, el Contratista tendrá opción de utilizar cualquier tipo de encofrado de tipo comercial estandarizado, siempre y cuando pueda cumplir todas las especificaciones y justifique su utilización con un mayor rendimiento (técnico y económico)

Estos tipos de encofrados especiales deben ser propuestos en la oferta, como alternativa si la hay, de los habitualmente utilizados de madera.

3.5. En el caso de utilización de encofrados de madera, ésta podrá ser recuperada y reutilizada con el fin de obtener un abaratamiento de los costos.

Sin embargo dicha madera a reutilizar deberá estar totalmente limpia y desprovista de restos de su uso anterior, no admitiéndose en absoluto la recuperación de este material

4.- ARMADURAS

4.1. Todo acero será doblado en frío, de las calidades y características indicadas en los planos y especificaciones correspondientes.

4.2. No se permitirá soldadura por electrodos o por resistencia eléctrica de los redondos, sin previa autorización de la Dirección Facultativa sobre posición y método de soldadura que se empleará.

4.3. El acero estará limpio, sin costras de laminado, herrumbre suelta, aceite, grasa o cualquier otro material perjudicial, inmediatamente antes de su colocación, hasta un grado tal que no se aprecie óxido al pasar la mano sobre el hierro colocado.

4.4. El acero será colocado estrictamente de acuerdo con los planos correspondientes y se fijará con doble alambre de atar recocido negro nº 16 AWG (1,295 mm de diámetro) para que no tenga movimiento alguno.

4.5. La armadura se fijará rígidamente en su posición utilizando piezas espaciadoras de material y diseño sometidos a la consideración de la Dirección Facultativa y de dimensiones adecuadas (por ejemplo, espaciadores de mortero).

4.6. El número de empalmes será el mínimo estrictamente necesario, no permitiéndose aumentar su número con el solo objeto de aprovechar trozos de redondo sobrantes, y en los casos necesarios, se solaparán un mínimo de 32 veces el diámetro de las barras y se terminarán en gancho siempre que se especifique de esta forma.

4.7. El recubrimiento mínimo será según indiquen los planos. No se considerará como recubrimiento el hormigón adicional que sea requerido cuando se utilicen las paredes de la excavación como encofrado, el hormigón de limpieza o el "grout" (véanse párrafos 16 y 17).



5.- PERNOS DE ANCLAJE

5.1. Los pernos se fabricarán con acero de características reflejadas en los planos correspondientes. Cada perno irá provisto de dos tuercas para apriete y una arandela plana, así como de un casquillo de zinc (ó equivalente siempre que quede aprobado por la Dirección Facultativa) para compensar pequeñas desviaciones en el equipo a instalar. El Contratista comunicará a la Dirección Facultativa la recepción de los pernos para que ésta verifique la calidad del acero, las medidas y la construcción de los mismos.

5.2. Se preverán los medios de fijación necesarios para asegurar que, durante la fase de hormigonado, éstos no sufran desplazamiento alguno y se deberán encontrar limpios de óxido hasta un grado que pasando la mano no se manche de óxido, grasa, aceite, etc., antes de efectuar el vertido del hormigón. Los casquillos que rodean los pernos se rellenarán con papeles, trapos u otro material parecido, con el fin de que no se llenen durante el vertido. Una vez retirado el encofrado deberán limpiarse cuidadosamente, cepillándolos, engrasándolos y protegiéndolos mediante bolsas de plástico convenientemente atadas.

5.3. Se instalarán los pernos de forma que:

- a) No tengan un error de ± 3 mm de nivel
- b) No exista un error en las distancias entre pernos de un mismo equipo de ± 1 mm (errores al origen, no acumulativos)
- c) El error total de un grupo de pernos de un equipo no exceda en ± 2 mm

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 27 de 70</p>

d) No existe un error en verticalidad de más de 1:500

5.4. Se verificará la correcta posición de los pernos inmediatamente antes de hormigonar por la Dirección Facultativa, dando entonces ésta su autorización para iniciar el vertido de hormigón.

5.5. Se comprobará la posición de los pernos inmediatamente después de hormigonar. En caso de aparecer errores superiores a los indicados en 5.3. el Contratista está obligado a avisar a la Dirección Facultativa quien decidirá sobre la aceptación o rechazo de la obra ejecutada. Las sucesivas comprobaciones que realice la Propiedad sobre la situación de armaduras o pernos no eximen en absoluto al Contratista de su total responsabilidad en la calidad de la obra acabada.

5.6. Las chapas o elementos de acero embebido, así como elementos prefabricados de hormigón se instalarán con la misma tolerancia y requisitos que los pernos de anclaje en lo que respecta a nivel. En cuanto a coordenadas se permitirá un error de ± 10 mm. (No es aplicable a manguitos y tubería, los cuales se ajustarán a las medidas

6.- PLANTA DE HORMIGONADO

El Contratista en su oferta deberá indicar su propósito acerca de utilizar durante la construcción una planta de hormigonado especialmente instalada en obra para uso exclusivo de la misma, o bien subcontratar el suministro del hormigón prefabricado en alguna planta industrial que cumpla los requisitos que a continuación se indican.

6.1. Plantas de hormigón en obra

Si el volumen en obra lo justifica se podrá optar por esta modalidad de planta.

6.1.1. La Propiedad cederá los terrenos necesarios, accesos, servicios de suministro de agua y electricidad, en la forma que se indique en el Pliego de Condiciones Particulares correspondiente.

6.1.2. En la oferta del Contratista debe constar una descripción lo más detallada posible de la planta que pretende utilizar.

6.1.3. En cualquier caso no se permitirá una planta que no cuente con dispositivos de control de peso (sólidos) y volumen (agua) de los componentes de las mezclas.

6.1.4. La planta deberá contar con un sistema automático de registro (en cartón, gráfico, etc.) de las operaciones efectuadas. Este registro deberá estar constantemente disponible para su examen por la Dirección Facultativa.

6.1.5. El Contratista realizará en forma adecuada, y con el visto bueno de la Propiedad, las obras de infraestructura necesarias para vertidos de lodos de limpieza a lugares adecuados.

6.1.6. Las masas de hormigón que puedan salir defectuosas, serán vertidas exactamente en el lugar que sea habilitado por la Propiedad y no en ningún otro lugar.

6.1.7. Las instalaciones serán desmontadas al término del contrato, eliminando incluso fundaciones y redes enterradas si así lo requiere la Propiedad.

No se admitirá a trámite la certificación final si no se ha cumplido totalmente este requisito.

6.1.8. La planta de hormigonado en obra se montará y utilizará exclusivamente para el contrato objeto de su implantación.

Queda por lo tanto rigurosamente prohibido su uso para terceros, incluyendo en éstos otros Departamentos dependientes del Propietario, salvo que éste pueda conceder permiso, siempre por escrito y para usos concretos y limitados.

En este caso la Propiedad podrá resarcirse del importe de los servicios cedidos (agua, electricidad, terrenos, etc.).

6.2. Plantas de hormigonado industriales fuera de la obra

Se podrá contar con la posibilidad de utilizar hormigón prefabricado en plantas industriales ajenas al Contratista, siempre y cuando éste lo haga constar en su oferta y cumpliendo los siguientes requisitos.

6.2.1. En la oferta el Contratista deberá hacer constar la siguiente información de la planta que se propone utilizar:

- a) Nombre, razón social, etc.
- b) Emplazamiento (con plano)
- c) Capacidad de mezcla máxima
- d) Número y características de los silos de almacenaje
- e) Sistema de control de la dosificación
- f) Características del laboratorio de ensayos de que disponga la planta.
- g) Horario de trabajo
- h) Número y características de la flota de camiones-hormigonera de que disponen.
- i) Tiempo medio estimado en circunstancias de tráfico normal, en el transporte del hormigón desde planta hasta el lugar de vertido.



6.2.2. Aprobada en principio por la Dirección Facultativa la utilización de la Planta el Contratista concertará una visita a la misma de la Dirección Facultativa con el fin de constatar la información suministrada y calificar definitivamente la Planta referida.

7.- DOSIFICACION DEL HORMIGON

7.1. La dosificación de todos los materiales que entren en el hormigón, será determinada de acuerdo con la resistencia característica mínima que del mismo se pretende y previas las pruebas de aceptación correspondientes, de acuerdo a lo indicado en la EHE-08 en este sentido.

7.2. Una vez aceptada la dosificación por la Dirección Facultativa, ésta no podrá modificarse sin autorización por escrito.

Queda prohibido el uso de aditivos salvo que la Dirección Facultativa ó los planos lo autoricen, para lo que la Representación de la Propiedad podrá exigir cuantos ensayos estime oportunos.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 28 de 70</p>

7.3. Normalmente se especificará hormigón de resistencia característica de 30 N/mm² determinada en probetas cilíndricas a 28 días, sin embargo la resistencia característica del hormigón requerido será la indicada en los planos. Todos los hormigones se fabricarán con una dosificación mínima de 250 kg de cemento por metro cúbico de hormigón y un máximo de 400 kg de cemento por metro cúbico de hormigón.

Cuando se especifique "hormigón de limpieza" la dosificación será de 150 kg de cemento por metro cúbico de hormigón, con una resistencia característica de 75 kg/cm², a no ser que se indique lo contrario en los planos.

7.4. Las dosificaciones se modificarán siempre que tal cambio sea necesario para mantener el nivel de calidad exigido, previa autorización de la Dirección Facultativa y de los materiales que entran en el hormigón serán controlados mediante peso (o por volumen si así lo permite la Dirección Facultativa por tratarse de cantidades pequeñas de hormigón), excepto el agua que se medirá por volumen debiendo tener presente el contenido de agua libre que contengan los áridos. Durante el curso del trabajo se controlará la cantidad de agua mediante ensayos del Cono de Abrams cada cuatro masas sucesivas.

7.5. Para la aceptación de la dosificación se requerirá previamente un certificado de la densidad real de los áridos.

8.- ENSAYOS DEL HORMIGON

8.1. Ensayos Previos

8.1.1. Para comprobar que con la dosificación propuesta se alcanza la resistencia característica prevista se realizarán los ensayos previos indicados en la EHE-08. Caso de no alcanzar los resultados deseados, el Contratista presentará otra dosificación.

8.1.2. Se admitirá la dosificación como buena (y podrá comenzarse el hormigonado) si la resistencia media (fcm) resultante es superior en un 40% a la exigida (fck en el diseño). La resistencia característica será de acuerdo con el EHE-08.

8.2. Ensayos de Control

8.2.1. Siempre que no se especifique otra cosa en los planos o documentos del proyecto, para el control del hormigón se tomará la modalidad de control estadístico a nivel normal de acuerdo con los criterios de cálculo de los coeficientes de minoración del acero 1,15 y del hormigón 1,5 con las siguientes aclaraciones:

Para comprobar la calidad de los hormigones que realmente han sido colocados en la obra a lo largo de la ejecución de la misma, se realizarán los siguientes ensayos de control:

a) Por cada día de trabajo y tipo de hormigón se fabricarán como mínimo nueve probetas cilíndricas de distintas amasadas, tres probetas por amasada que deberán ser completamente identificadas. Se fabricarán en el lugar de colocación del hormigón, es decir, después del transporte. De las nueve probetas, tres se conservarán en obra en idénticas condiciones de la obra y se romperán a los siete días como información para puesta en servicio. Las seis restantes se conservarán en agua saturada de cal y/o en ambiente controlado en las instalaciones que para tal efecto debe montar a su costo el Contratista y romperá a los 28 días para determinar la resistencia de hormigón empleado. En cada toma de probetas se comprobará la consistencia del hormigón que deberá ser plástica para hormigones normales y blanda para hormigones bombeados.

b) Si el resultado de los ensayos a los siete días, citado en a), diera una resistencia inferior al 70% de la resistencia característica mínima especificada a los 28 días, no se podrá seguir hormigonando salvo que el Contratista escriba carta responsabilizándose de la continuación, con costo a su cuenta por las acciones posteriores a tomar, caso de que al obtener los resultados a los 28 días éstos fueran negativos. De no aceptar el Contratista esta responsabilidad se esperará a obtener los resultados de las resistencias características a los 28 días de cada lote de seis probetas consecutivas, fabricadas que deberán ser iguales o superiores a la resistencia característica exigida.

c) Si la resistencia característica del hormigón (determinada de acuerdo con lo indicado en la EHE-08) no alcanza la mínima exigida, el hormigón quedará rechazado y se procederá a su sustitución por cuenta del Contratista salvo que la Dirección Facultativa decida, a juicio exclusivo suyo, aceptar el hormigonado. La Propiedad podrá autorizar que se efectúen pruebas adicionales antes de rechazar el trabajo. Estas pruebas correrán por cuenta del Contratista y se harán de acuerdo con lo previsto en la EHE-08, si bien será la Dirección Facultativa quien fijará la alternativa más viable.

Todos los ensayos descritos tanto de hormigón como de cemento y áridos, serán realizados por cuenta del Contratista y con sus propios medios en presencia de la Dirección Facultativa.

El Contratista deberá llevar un registro en el que se anotarán todos los ensayos realizados, sus resultados y a que vertido se refiere de forma que se pueda identificar en todo momento a que parte de la obra corresponde. Este registro deberá estar a disposición de la Dirección Facultativa cuando y tantas veces ésta lo estime oportuno.



9.- TRANSPORTE DEL HORMIGON

Las condiciones de transporte del hormigón deben ser iguales, tanto si se fabrica dentro de recinto como si se obtiene prefabricado de una planta industrial.

9.1. El hormigón será transportado desde la hormigonera al lugar de vertido por medio de vehículos-hormigoneras específicamente construidos para el caso, con cuba mezcladora en movimiento constante.

9.2. Cualquier otro medio de transporte, como cuba, caja de camión, dumper, etc. no serán admitidos en principio y requieren la aprobación expresa y escrita de la Dirección Facultativa.

9.3. Cada envío de hormigón irá acompañado de una nota especificando el tipo de hormigón transportado así como la hora de vertido desde la hormigonera al medio de transporte y la temperatura del cemento en la tolva de almacenamiento. El tiempo máximo admisible desde la terminación del hormigón en la terminación del vertido en obra, será de 40 minutos, siempre que reúna las condiciones de plasticidad requeridas.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 29 de 70</p>

Cualquier excepción a lo requerido en este párrafo deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

9.4. Quedan absolutamente prohibidos el uso de retardantes, salvo que la Dirección Facultativa los autorice expresamente por escrito.

9.5. Durante el transporte queda prohibido añadir agua u otro componente. Con el fin de garantizar este extremo la Propiedad podrá exigir el precintado o bloqueo con candado de la válvula de entrada de agua a la hormigonera. (Se harán pruebas con Cono Abrams en el lugar de vertido del hormigón).

9.6. En el caso de que se comprobara que el conductor de un vehículo hormigonera había incumplido la norma anterior será apartado inmediatamente de ésta actividad.

9.7. Las masas de hormigón que hayan sido rechazadas en obra antes de su vertido, serán devueltas en el propio camión para ser tiradas exactamente en el lugar que sea designado por la Propiedad.

10.- PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN

10.1 Se reducirá el intervalo entre la mezcla y la puesta en obra al mínimo necesario y se efectuará previa inspección de la colocación del acero y encofrado por la Dirección Facultativa.

10.2 Todo el hormigón será cuidadosamente compactado mientras se esté vertiendo o inmediatamente después, por medio de vibradores mecánicos aprobados, de un tamaño adecuado para la cantidad vertida junto con otros medios que resulten necesarios.

10.3 No se permitirá el tránsito de peatones, carretillas, dumper, etc., por encima del hormigón durante el vertido. El acceso a la zona de hormigonado será, salvo aprobación de la Dirección Facultativa, por fuera del área encofrada.

10.4 El Contratista tomará las medidas oportunas para asegurar la estanqueidad de balsas, depósitos arquetas, etc., particularmente en lo que se refiere a juntas de construcción.

La estanqueidad del elemento será comprobada mediante una prueba hidráulica, corriendo esta prueba por cuenta del Contratista.

La forma de ejecutar las juntas de construcción así como las reparaciones a que hubiese lugar serán aprobadas, previa a su ejecución, por la Dirección Facultativa.

10.5 Puesta en obra del hormigón en tiempo caluroso

10.5.1 Con elevadas temperaturas se tomarán medidas adecuadas para proteger los depósitos de áridos de los rayos directos del sol o enfriarlos rociándolos con agua y aislar el depósito del agua para mezcla y las tuberías, hasta garantizar que la temperatura del hormigón al verterlo no sobrepase los 40°C.

10.5.2 Con temperaturas elevadas y ambiente seco se tomarán medidas para evitar que el hormigón, al estar en contacto con superficies muy calientes y secas, fragüe prematuramente. De ser necesario se protegerán del sol las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón rociándolas con agua para impedir que la superficie absorba demasiada agua del hormigón recién vertido.

10.6 Puesta en obra del hormigón en tiempo frío

10.6.1 Cuando la temperatura descienda hasta las proximidades de 0°C., se tomarán las precauciones necesarias para garantizar que la puesta en obra del hormigón se efectúa por lo menos a 5°C. Esta temperatura se mantendrá hasta que el hormigón esté endurecido.

10.6.2 A estos efectos el hecho de que la temperatura registrada a las nueve de la mañana (hora solar) sea inferior a 4°C puede ser un indicio para prever que la temperatura descenderá por debajo de 0°C durante las 48 horas próximas.

10.7 Una vez comenzada una operación de vertido de hormigón se continuará hasta su terminación o hasta una junta de construcción previamente establecida o aprobada. Las juntas de construcción que no estén indicadas explícitamente en planos deberán ser autorizadas en cuanto a forma y situación por la Dirección Facultativa.

10.8 Se cuidará de tener la certeza de que en las juntas de construcción ligan perfectamente las capas de hormigón viejo y nuevo. La superficie vieja deberá por lo tanto ser dejada lo más basta que se pueda en el momento del vertido e inmediatamente antes de proceder a verter el hormigón nuevo, se picará para quitar el hormigón y mortero sueltos, hasta dejar al descubierto la superficie de los áridos y a continuación se limpiará con chorro de aire y/o de arena si es necesario y se lavará cuidadosamente.



Inmediatamente antes de verter el hormigón se aplicará una capa de mortero formado por partes iguales de cemento y arena de 2 a 5 mm de espesor para facilitar la unión.

Esta capa de mortero puede sustituirse por adherentes aprobados previamente por la Dirección Facultativa.

10.9 El hormigón será vertido lo más cerca posible del punto en que vaya a fraguar (para evitar derrames durante esta operación). Se tomarán todas las medidas oportunas para evitar disgregación. A este fin queda prohibido verter hormigón de forma que tenga una caída libre de más de 1,8 m previéndose tubos o canaletas cuando sea necesario hormigonar a profundidades superiores a esta cifra. Se evitará en lo que sea posible el verter hormigón a través de la ferralla o en el espacio entre la ferralla y el encofrado ya que este sistema puede ocasionar disgregación. En muros y columnas esbeltas será necesario prever ventanas y/o si la Dirección Facultativa lo estima necesario, hormigón fino.

El hormigón será compactado enteramente y de manera experta por medio de vibradores durante el hormigonado y se trabajará con especial cuidado alrededor de las armaduras y de accesorios empotrados, así como también en las esquinas del encofrado. (Véase párrafo 10.2).

10.10 Se tendrá sumo cuidado en que el hormigón consolide en las caras del encofrado con el fin de obtener una buena superficie vista.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 30 de 70</p>

10.11 Ninguna materia extraña deberá entrar en el hormigón. Normalmente los codillos, almohadillados, salientes, etc., serán moldeados integralmente con las estructuras de base.

10.12 Todas las superficies finales del hormigón en muros, vigas, pilares y pisos serán acabadas exactas y al nivel apropiado y rasante real.

10.13 Una vez consolidado el hormigón, el Contratista tomará las máximas precauciones en evitación de deterioro en el hormigón a causa de pisoteo, rodaje sobre él o por vibración de los encofrados hasta que el hormigón esté completamente fraguado.

10.14 Deberá tenerse especial cuidado en que las armaduras, pernos de anclaje, etc., que sobresalgan del hormigón en su totalidad o en parte no sean movidos en modo alguno durante el fraguado del hormigón.

10.15 Las juntas de expansión y contracción se harán estrictamente de acuerdo con los planos correspondientes y, salvo que los planos indiquen otra cosa, se utilizará porexpan de 15 mm de espesor para las juntas de expansión, selladas con material adecuado al uso que tendrá la zona.

10.16 Se preverán juntas de construcción, de expansión y contracción (estas últimas idénticas a las juntas de expansión salvo que no llevan porexpan o equivalente) donde lo indica el plano. En aquellos casos en que la posición de las juntas de expansión y contracción no queda establecida en los planos se instalarán de acuerdo con lo siguiente:

a) juntas de expansión cada 18 m aproximadamente

b) juntas de contracción cada 6 m aproximadamente

La posición exacta de éstas deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa.

10.17 Se preverán juntas de expansión en el encuentro de un pavimento de hormigón con un muro, con una columna, con una bancada, o con cualquier elemento que no forma parte del cuerpo con dicho pavimento.

10.18 Será responsabilidad del Contratista proteger el hormigón de la lluvia durante su puesta en obra. No se hormigonará si, a criterio de la Representación de la Propiedad existe la posibilidad que llueva durante la puesta en obra del hormigón.

11.- FRAGUADO Y ENDURECIMIENTO

Durante el fraguado y endurecimiento se deberá tener cuidado:

a) Que el hormigón no sea sometido a sobrecarga o vibraciones que puedan provocar fisuraciones.

b) Que la temperatura de la superficie no baje de 1° bajo cero en cemento Portland, ni de 5° sobre cero en los puzolánicos o siderúrgicos.

c) Que no haya pérdidas de humedad del hormigón, protegiéndolo del ambiente caluroso, seco o con viento.

12.- CURADO DEL HORMIGON

Una vez pasadas las primeras 16 horas y no antes de dicho período se mantendrán las superficies del hormigón constantemente húmedas, cubriéndolas con sacos, arenas, etc., y/o rociando sobre las caras vistas del hormigón o sobre los sacos, arena, etc., durante un tiempo mínimo de 11 días. El Contratista podrá proponer alternativas a este sistema. La Representación de la Propiedad podrá aceptar o rechazar esta propuesta.

13.- DESENCOFRADO

13.1 El desencofrado de los costeros de vigas o elementos análogos, no podrá efectuarse antes de los tres días. Los costeros de los pilares o muros de hormigón armado no deberán retirarse antes de los 7 días. El encofrado de la parte inferior de las vigas, losas, etc. no se quitará antes de los 14 días. La Dirección Facultativa podrá a su única discreción, reducir estos períodos bajo circunstancias especiales.

13.2 El Contratista podrá pedir que se apruebe la reducción del período de encofrado debiendo justificar su petición mediante la aplicación de la fórmula:

400

$$u = \frac{400}{(Q + 0,5) (T + 10) G}$$

siendo:

u = número de días

T = temperatura media, en grados centígrados, de las máximas y mínimas diarias durante el número de días



G = carga que actúa sobre el elemento a desencofrar (incluido el peso propio)

Q = carga que actuará posteriormente (incluido peso propio)

13.3 El Contratista requerirá la autorización de la Dirección Facultativa antes de comenzar a desencofrar y entonces se asegurará de que se hace de forma que el hormigón no sea deteriorado por ningún motivo.

13.4 Inmediatamente después de haber retirado el encofrado, las marcas de encofrado excesivas serán repasadas y los agujeros de los tirantes cuando sean autorizados serán tapados con mortero de cemento.

13.5 No se tocará el hormigonado hasta haber sido inspeccionado por la Dirección Facultativa. En caso de aparecer oquedades, el Contratista deberá proceder a sanearlas cuidadosamente hasta que aparezca una superficie de hormigón sano. La Dirección Facultativa decidirá si la obra es de aceptación o de rechazo. En el caso de ser de aceptación, el Contratista deberá proceder a rellenar las oquedades con mortero u hormigón fino. En el caso de ser de rechazo, el Contratista deberá proceder a la demolición de la obra según le indique la Dirección Facultativa y a la reconstrucción de la obra demolida, todo ello enteramente a cargo del Contratista.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 31 de 70

13.6 Si se han utilizado "latiguillos" estos se eliminarán de forma que las puntas queden como mínimo 10 mm por debajo de la superficie del hormigón. El hueco será saneado con mortero.

14.- PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

14.1 Los pavimentos de hormigón se construirán de acuerdo con las dimensiones, pendientes y niveles indicados en los planos y de forma que no retenga agua de lluvia, etc., facilitando el drenaje de todas las superficies a las arquetas previstas.

14.2 Los pavimentos se verterán sobre un encachado de piedra según los planos. Este encachado será recebado con arena (de rambla o cantera) para impedir que se segreguen los finos del hormigón y será regado antes de verter el hormigón sin costo adicional para el Propietario.

14.3 Si las circunstancias lo justifican la Dirección Facultativa podrá omitir el encachado, no obstante lo indicado en los planos. El Contratista deberá recabar esta elección antes de proceder a la nivelación y compactación de la caja ya que esta decisión afectará el nivel de la caja. Cualquier gasto adicional que resulte por no hacer esta consulta a su debido tiempo correrá por cuenta del Contratista.

14.4 Se tomarán cuantas medidas sean necesarias para asegurar que la armadura tenga el recubrimiento preciso. Falta de recubrimiento adecuado es motivo de rechazo del trabajo.

14.5 Se tomará especial cuidado con el vibrado del hormigón utilizando preferentemente una regleta alisadora vibradora. Otro método requiere la aprobación de la Dirección Facultativa.

14.6 Si los planos no indican otra cosa, se instalarán juntas de expansión y contracción según lo indicado en 10.15 y 10.16. Las juntas serán rectas y verticales (contra encofrado). No se permitirán juntas de construcción.

14.7 La superficie (acabado final) formará parte integral del pavimento haciéndose conjuntamente con éste. El acabado podrá ser bruñido, fratrasado o fratrasado y ruleteado. Si no lo indica el plano la Representación de la Propiedad indicará el acabado requerido.

15.- FABRICACIONES ESPECIALES

15.1 Losas

15.1.1 Las losas que hayan de tener un acabado superficial fino para servir de pavimento, habrán de construirse según dimensiones, pendientes y niveles finales que aparecen en los planos y serán alisados con una llana o herramienta adecuada evitando que queden puntos bajos o agujeros. La superficie de acabado final formará parte integral de la losa. Durante la colocación del hormigón, éste se vibrará con una regleta vibradoraalisadora, u otros métodos aprobados por la Dirección Facultativa.

15.1.2 Las losas pueden ser fabricadas "in situ" o prefabricadas. En ambos casos deben tener las holguras necesarias para que puedan ser removidas con facilidad.

Las que sean fundidas "in situ" deben tener previamente rascado y apisonado el asiento de arena para evitar asentamientos, como terminación de la arena, ésta se aislará con una lámina de PVC que evite adherencias al hormigón, y previamente se colocarán juntas de porexpan de espesor adecuado en las caras verticales de la losa.

15.1.3 Se tendrá en cuenta dejar recibidas en las losas, como mínimo cada 5 m anillas o agarraderas para su fácil extracción.

15.1.4 La opción de armar o no vendrá dada de acuerdo con los planos y especificaciones y en último caso con las instrucciones de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el tamaño de las losas.

16.- HORMIGÓN DE LIMPIEZA

16.1 Se instalará una base de hormigón de limpieza según indiquen los planos debajo de toda cimentación de hormigón armado de tal forma que la cara superior coincida con el nivel indicado en los planos para cara inferior de la cimentación.

16.2 No se instalará hormigón de limpieza debajo de pavimentos de hormigón, sustituyéndose por un encachado de piedra si así lo piden los planos.

16.3 En el caso en que se haya profundizado la excavación de la cimentación más de lo especificado en los planos sin autorización de la Dirección Facultativa, este volumen será rellanado con hormigón pobre corriendo este trabajo por cuenta del Contratista.

17.- MORTERO DE RECRECIMIENTO "GROUT"

El "Grout" supone un paso de transición entre las superficies ásperas de la fundación y las bases de apoyo de estructuras y equipos proporcionando a éstos un soporte continuo después de nivelados.

17.1 Previamente a la colocación del equipo se colocarán placas de nivelación con la cara superior a la cota teórica de planos.



Las placas tendrán una dimensión de 10 x 5 cm y se pondrá una junto a cada perno y un número suficiente para que el peso del equipo no haga trabajar al hormigón bajo ellas a una presión superior a la nominal. La cara superior de las placas debe estar pulida grado medio fino como mínimo y sin rebabas.

Las placas serán de distintos espesores para conseguir una nivelación inicial perfecta y se colocarán sobre la fundación a hueso cogiéndolas lateralmente con mortero de cemento.

17.2 Preparación de la base

17.2.1 La cara de la fundación deberá limpiarse totalmente antes de empezar el "grouting". Si presenta una superficie lisa deberá ser cuidadosamente picada.

17.2.2 Si hay aceite o grasa sobre la superficie deberá tratarse ésta con un cáustico y otro neutralizador o bien picar la superficie lo suficientemente para que no quede grasa en contacto con el "grout".

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 32 de 70</p>

17.2.3 Todas las superficies en contacto con el "grout" deben mojarse con agua inmediatamente antes de echar el "grout". (Cuando éste sea "normal") cuando "especial" se preparará de acuerdo con lo que requiera el Fabricante. Si la fundación tiene menos de 28 días deberá mantenerse húmeda durante 12 horas antes de echar el "grout". Si tiene más de 28 días el proceso de mojado debe prolongarse como mínimo 24 horas antes de empezar.

17.3. Preparación del equipo

17.3.1 Antes de poner el "grout" los equipos y estructuras deberán estar nivelados y las máquinas con las tuberías desconectadas. El Contratista no verterá el relleno de "grout" hasta no tener la autorización expresa de la Dirección Facultativa.

17.4. Materiales

17.4.1 Normales

Arena de granulometría controlada sin gruesos. Cemento Portland PA-350. Agua según normas de hormigón.

17.4.2 Especiales

Mezclas preparadas específicamente para este uso (Embeco, Cilcote y similares).

17.5 Dosificación

17.5.1 La dosificación con materiales normales serán de una parte de cemento y dos partes de arena.

17.5.2 El agua se pondrá en cantidad tal que haciendo una bola con la pasta, ésta se mantenga unidad cuando se ponga en el suelo y no deje agua en las manos. (No se debe manosear la bola mucho tiempo ya que ésta tiende a despedir el agua y daría una indicación de humedad falsa).

17.5.3 Las dosificaciones con materiales especiales serán las recomendadas por el fabricante de los mismos.

17.6 Colocación y curado

17.6.1 No se preparará más mezcla de la que pueda colocarse en 40 minutos.

17.6.2 Se colocará la pasta retacándola fuertemente mediante un retacador de madero y un martillo.

17.6.3 La terminación exterior será achaflanada

17.6.4 Una vez se torne duro al contacto, mantener el "grout" húmedo colocando sacos mojados durante un día como mínimo.

17.6.5 No mover ningún equipo, trabajar sobre ellos, ni acoplar tuberías, hasta 3 días después de colocado el "grout".

17.6.6 En maquinaria, después de 7 días quitar las cuñas (si se hubiesen empleado) y rellenar los huecos con mortero.

17.6.7 La colocación de "grout" especial se efectuará de acuerdo con las instrucciones del fabricante, instalándose donde lo exija la Representación de la Propiedad la cual suministrará el material.

18.- MEDICIONES Y CERTIFICACIONES

18.1 Salvo que el Pliego de condiciones Particulares indique otra cosa, las mediciones se harán sobre plano.

18.2 Si los planos no son lo suficientemente detallados (falta de detalles, secciones, cotas, etc.) o existen diferencias entre lo indicado en plano y el trabajo realizado en campo, y esta situación no se debe a errores del Contratista (errores que el Contratista ha de rectificar a su cargo), la Dirección Facultativa podrá exigir una medición en campo. Cualquier diferencia entre las dimensiones indicadas en los planos con el trabajo realizado generará una Autorización de Cambio. En cualquier caso es obligación del Contratista realizar un croquis y someterlo a la aprobación de la Propiedad indicando el trabajo realmente hecho, que servirá como base y justificación de las medidas certificadas.

18.3 El Contratista dispondrá de los medios necesarios para efectuar los trabajos de medición y certificación de acuerdo con lo indicado a continuación:



18.3.1 A la recepción de los planos el Contratista acordará con la Dirección Facultativa la fecha de presentación del estado de mediciones y del importe desglosado de los trabajos amparados por cada plano. Caso de no establecerse esta fecha se entiende que el Contratista está obligado a entregar dichos datos en un plazo no superior a 15 días de la fecha de la entrega de los planos.

18.3.2 La presentación de las valoraciones de los planos así como las Certificaciones vendrán desglosadas y agrupadas según cuentas de cargo y lo indicado por la Dirección Facultativa, antes de la ejecución del Contrato.

18.3.3 Durante los primeros 10 días del mes el Contratista presentará la Certificación mensual a origen, de los trabajos realizados durante el mes anterior, debiendo acompañar las mediciones valoradas en el caso de no haber sido entregadas con anterioridad (incluyendo las Autorizaciones de Cambio aprobadas). El Contratista certificará la totalidad del trabajo realizado hasta la fecha de la Certificación (incluyendo las Autorizaciones de Cambio). Si no se cumpliera este requisito la Propiedad podrá sancionar al Contratista según lo estipulado en 18.4 de este Pliego, o bien podrá devolver la Certificación por incorrecta, la cual, una vez rehecha deberá de nuevo ser presentada con la nueva fecha.

18.4 La Dirección Facultativa podrá penalizar al Contratista en una cuantía del 0,5% del valor de los trabajos amparados por Planos, Autorizaciones de Cambio, o Certificación por mes de retraso o fracción, hasta un máximo del 2% si no cumple los plazos establecidos de presentación de esta documentación

18.5 Si en la opinión del Contratista existe algún trabajo que no esté amparado por los precios del contrato deberá informar a la Propiedad, proponiendo un nuevo precio antes de empezar el trabajo. No obstante el Contratista dispone de 10 días laborables para proponer un nuevo precio en el caso de que, por urgencia se haya iniciado el trabajo.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 33 de 70</p>

18.6 Encofrado Se medirá por m² de superficie en contacto con el hormigón y no se incluirá como encofrado las caras de la excavación cuando éstas se utilicen como encofrado.

El encofrado será de madera con juntas machihembradas o metálico (si es autorizado por la Dirección facultativa) de primera calidad. El precio incluye prefabricación, colocación, apuntalamiento y/o atirantado, cimbrado, retirada y/o eliminación después del fraguado de todos los elementos empleados. Incluye el corte de tirantes embebidos y el posterior relleno de los huecos con mortero de cemento, o material especial hidrófugo si es necesario, etc. No se admitirán encofrados que hayan sido necesarios por errores del Contratista (exceso de excavación, etc.)

Los precios incluyen la parte proporcional de juntas de construcción que se han de hacer por conveniencia del Contratista.

18.7 Hormigón

Se medirá por m³ estrictamente de acuerdo con los planos salvo que se aumentarán las medidas en 3 cm por cara en caso de tratarse de una sobreexcavación de 3 cm para hormigones armados cuando las caras de la excavación se utilicen como encofrado. El precio incluye el suministro de los componentes, su fabricación en planta hormigonera, transporte, vertido, vibrado y compactación, curado etc. Incluye asimismo el control de calidad del cemento, áridos y agua, la fabricación y rotura de probetas cilíndricas y las medidas de asiento mediante Cono Abrams, etc.

No se deducirá el volumen de armadura al calcular el volumen de hormigón.

18.8 Armadura

Se medirá por Kg, utilizando el peso teórico por ml de armadura. En ningún caso se admitirá un aumento por exceso de laminación.

18.8.1 Se determinarán las longitudes de acuerdo con los planos y se incluirá solo los ganchos y solapes etc., indicados en los planos, no admitiéndose ningún aumento por concepto de despuntes, recortes, espaciadores, "caballetes" etc., y solapes no indicados en los planos.

18.8.2 No obstante lo indicado en 18.8.1 el Propietario admitirá solapes no indicados en planos cuando se trate de armaduras muy largas (más de 10 m) en razón de un solape por cada 10 m (o fracción). El solape será el que se determine según las normas, no admitiéndose, de todas formas certificar un solape en exceso de 32 veces el diámetro más dos ganchos.

18.8.3 No se certificará la armadura adicional requerida para juntas de construcción no previstas en los planos.

18.8.4 En ciertos casos se medirá y certificará el mallazo por m² (en pavimentos por ejemplo). Se medirá estrictamente de acuerdo con plano, no admitiéndose (al igual que en casos anteriores) aumentos por conceptos de despuntes, recortes, espaciadores, etc., y solapes no indicados en los planos.

18.8.5 El precio unitario incluye el suministro y elaboración de la armadura, su transporte y colocación en obra, alambres de atado, etc. Incluye asimismo todos los ensayos de control de calidad requeridos por el Propietario, según norma.

18.9. Juntas de expansión, contracción y construcción

18.9.1 A efectos de certificación se considerarán sólo las juntas pedidas en los planos (véase párrafo 10.15) quedando a estos efectos todas aquellas juntas adicionales hechas, para facilitar la obra al Contratista por lo que correrán por su cuenta.

18.9.2 El precio de la armadura (si fuese requerido por los planos) y del encofrado para las juntas serán los aprobados para el resto de la obra. No se admitirá ningún sobreprecio por las dificultades que puede suponer el paso de las armaduras a través del encofrado, la formación de machihembrado en el hormigón de la junta, etc.

18.9.3 El precio para la banda de estanqueidad (de neopreno o metálico según y cuando lo requieran los planos) será por metro lineal instalado según el material, y amparará el suministro, transporte y colocación en obra, fijación soldaduras, etc. No se admitirá ningún exceso de medición por concepto de recortes, solapes, etc.

18.9.4 El precio del "Porexpan" (o equivalente) será por m² instalado y en contacto con el hormigón (previando 1,5 cm para el sello). Incluye el suministro, transporte, preparación, colocación y fijación, etc. y no se admitirá ningún exceso de medición por concepto de recortes, retales, etc.

18.9.5 El precio del sellado de juntas será por metro lineal de junta instalada, según el material requerido. Incluye el suministro, transporte, colocación en obra, etc., y no se admitirá ningún exceso de medición por concepto de sobrantes, desperdicios, etc.

18.10 Pernos de anclaje

18.10.1 Se medirán por Kg teóricos sobre plano e incluirá casquillo, dos tuercas y arandela.

No se admitirá ningún aumento por concepto de exceso de laminación, despuntes, barras de fijación, etc.



18.10.2 El precio incluye el suministro y elaboración del perno, casquillo, tuercas y arandelas, su transporte y montaje en obra con plantilla proporcionada por el Contratista, así como fijación y nivelación, etc. Incluye asimismo los ensayos de control de calidad requeridos por el Propietario, limpieza y protección con grasa y plástico después del hormigonado, limpieza de los casquillos, etc.

18.11 Perfil, Chapa, Pletina, etc. de Acero

18.11.1 Se medirán por kg teóricos sobre planos utilizando prontuarios de reconocido prestigio

No se admitirá ningún aumento por concepto de exceso de laminación, recortes, despuntes, soldadura, etc.

18.11.2 El precio para elementos embebidos total o parcialmente en hormigón o mortero incluye el suministro, elaboración (incluso soldadura y taladros si los hubiera) transporte, nivelación, montaje y fijación al encofrado, su

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 34 de 70</p>

limpieza después del hormigonado y la protección superficial de acuerdo a lo indicado en los planos o el Pliego de Condiciones Técnicas.

Si el elemento ha de llevar patillas estas se considerarán como parte del elemento a efectos de peso y precio.

El precio incluye la parte proporcional de control de calidad.

18.11.3 El Propietario podrá si lo estima conveniente, elaborar los elementos y entregarlos al Contratista en el Almacén del Propietario. (En general cuando se trate de elementos especiales como pueden ser tuberías de procesos, pasa muros, etc.).

El precio en este caso amparará el transporte, nivelación, montaje y fijación al encofrado, limpieza y primera mano de imprimación, etc.

18.12 Cimbra

18.12.1 El Propietario pedirá un sobreprecio para cimbra cuando, por su gran complejidad, lo estime conveniente. Estos sobreprecios se pedirán para estructuras muy concretas y no se admitirán en ningún otro caso. (El precio del cimbrado ya está incluido con el del encofrado (18.6)).

18.12.2 Se medirá el cimbrado por m³, tomando la proyección horizontal de la obra de hormigón en losas y/o vigas (más salientes si los hubiere) multiplicada por la altura real desde el terreno o zona de capacidad segura de carga hasta la parte baja de la losa y/o vigas (y salientes si las hubiere).

No se descontarán en la medición de dicho volumen huecos en losas, vigas, etc., comprendidos dentro del volumen medido pero sí el del hormigón, no se tomará en cuenta, por lo tanto, el encofrado ya sea en su espesor o su volado.

18.12.3 El sobreprecio de Cimbra incluye el diseño (debiendo entregar a la Dirección Facultativa copia de los cálculos justificativos para su conocimiento) el suministro y montaje de la Cimbra así como su posterior desmantelamiento y retirada de la obra.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

1.- GENERALIDADES

Los trabajos relativos a movimiento de tierras, preparación de los terrenos para construcción, excavaciones diversas, terraplenes y rellenos, formación de caballeros y retirada de tierras a vertedero se realizarán de acuerdo con lo indicado en las Especificaciones de la Propiedad y con las Normas y reglamentos que se indican a continuación aplicados en la edición recogida en el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias.

El Pliego de prescripciones técnicas generales de obras de carretera y puentes (PG 3) (o norma sustitutiva) en vigor será de referencia obligatoria y de aplicación en los casos no contemplados en el Proyecto.

Se seguirá toda la legislación que en materia Medioambiental tenga vigencia durante el desarrollo del Proyecto.

En materia de residuos se actuará de acuerdo a lo previsto en la Ley 22/2011 del 28 de Julio en lo que se refiere a Gestión de Residuos No Peligrosos y Peligrosos.

Ante la posible aparición de Residuos Peligrosos, se aplicarán los procedimientos de manipulación de residuos por los que se regule el Complejo Industrial donde se desarrollen los trabajos.

En materia de protección de la naturaleza se actuará conforme a lo regulado en las Normativas en vigor de cada Comunidad Autónoma.

2.- TRABAJOS PRELIMINARES

2.1. Generalidades

A. Se seguirá en todos los casos lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

B. Antes del inicio de los trabajos, el Contratista deberá reconocer los edificios y construcciones colindantes para valorar posibles riesgos y adoptar, en caso necesario, las precauciones oportunas de entibación, apeo y protección.

C. Durante las diversas etapas, las obras se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas, bordillos y demás elementos de desagüe, se dispondrán de modo que no se produzcan erosiones en los taludes.



D. El Contratista someterá para aprobación de la Dirección Facultativa la forma en que preparará los trabajos topográficos, tales como orientación de perfiles, número y posición de niveles por perfil, distancia entre perfiles, etc.

E. El replanteo necesario será responsabilidad del Contratista y se someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa quien hará cuantas comprobaciones estime oportunas. En cualquier caso, el Contratista debe tener en cuenta que para todas estas operaciones se exigirá el empleo de técnicas e instrumentos de topografía utilizados por personal competente.

F. La Propiedad proporcionará dos puntos de referencia, uno cuyas coordenadas han sido fijadas por la representación de la Propiedad y a partir de las cuales se harán todas las medidas y el segundo, que en conjunto con el primero, fijará el sistema de coordenadas.

G. La Dirección Facultativa indicará un punto base a partir del cual se establecerán las elevaciones correspondientes. Será responsabilidad del Contratista proteger estos puntos de cualquier daño de forma que la Dirección Facultativa pueda, en cualquier momento, comprobar el replanteo.

H. El terreno se replanteará respecto a planos de planta y topográficos teniendo en cuenta las pendientes, cortes estratigráficos y características del terreno.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 35 de 70</p>

Se tendrán en cuenta también las servidumbres que puedan ser afectadas por el movimiento de tierras tales como redes de agua, saneamientos, líneas de electricidad y telefonía, vías de comunicación o cualquier otra que pudiera verse afectada como consecuencia de los trabajos propios de la actividad prevista.

I. El agua procedente del agotamiento de excavaciones abiertas deberá ser conducida al drenaje que indique la Dirección Facultativa.

J. Cuando en los taludes de terreno natural sea precisa la retirada de terreno vegetal, la excavación de estas zonas deberá organizarse para realizarlas de una sola vez y sin simultanear con otro tipo de movimiento de tierras, con el fin de evitar mezclas accidentales de las mismas. Estas tierras de desecho serán transportadas a vertedero salvo indicación en contra de la Dirección Facultativa.

K. La clasificación del terreno se realizará según su naturaleza, composición o su utilidad para terraplenado

a. Según su naturaleza

- Capa vegetal – Parte superficial del terreno que contiene materia orgánica vegetal no descompuesta.
- Roca – Terreno para cuya excavación sea necesario recurrir al uso de explosivos o herramental típico de cantero y en el caso de cielo abierto, aquel que no pueda removerse con un Buldózer D-9 de una sola uña o similar.
- Tierra o terreno de tránsito – Las no incluidas en los tipos anteriores.

b. Según su composición

- Roca – Agregado de materiales minerales naturales unidos por fuerzas poderosas y permanentes que se presentan en grandes masas o fragmentos.
- Zahorra – Mezcla natural o artificial de áridos, predominando grava o cantos rodados y arena
- Bolo – Fragmento redondeado de roca superior a 10 cm de lado
- Grava – Partícula de roca natural o artificial comprendida entre 1 y 10 cm. Se llama grava gruesa cuando es superior a 2,5 cm de lado y grava fina cuando es inferior a este tamaño.
- Arena – Material natural o artificial procedente de la desintegración en la molienda o machaqueo de la roca, de tamaños comprendidos entre 0,05 y 2 mm.
- Finos – Partículas de suelo inferiores a 0,05 mm.

c. Según su utilidad para terraplenado

- Se clasifican de acuerdo con lo establecido en el PG 3 Apartado 330.3.3 en: suelos seleccionados, adecuados, tolerables, marginales e inadecuados.

2.2. Desbroce

A. Se eliminará de la zona indicada por la Dirección Facultativa, la capa superficial de tierra vegetal, eliminando raíces, plantas, arbolado, materias orgánicas, etc., de acuerdo con las instrucciones de la Dirección Facultativa. Las tierras procedentes de esta excavación deberán ser transportadas a un vertedero independiente, no pudiéndose utilizar dichas tierras para los trabajos posteriores de terraplenado, salvo que lo requiera la Dirección Facultativa. La tierra vegetal extraída se mantendrá siempre separada del resto de productos excavados.

B. Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños innecesarios al entorno.

Quedan incluidas aquellas especies vegetales que por su valor ecológico, estén clasificadas, y deberán ser respetadas o transplantadas a otro lugar siguiendo las indicaciones de la Dirección Facultativa.

C. Se eliminarán los tocones y las raíces con un diámetro superior a 10 cm hasta una profundidad de 15 cm bajo la superficie del terreno natural.

D. Todos los productos o subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, establezca la Dirección Facultativa. En ningún caso, los materiales de desbroce, serán incinerados.



E. Si lo requiere la Propiedad, los restantes materiales serán utilizados por el Contratista, en la forma y en los lugares que señale. La tierra vegetal procedente del desbroce debe ser dispuesta en su emplazamiento definitivo en el menor intervalo de tiempo posible. En caso de que no sea posible utilizarla directamente, debe guardarse en montones de altura no superior a dos (2) metros. Debe evitarse que sea sometida al paso de vehículos o a sobrecargas, ni antes de su remoción ni durante su almacenamiento, y los traslados entre puntos deben reducirse al mínimo.

F. Si se proyecta enterrar los materiales procedentes del desbroce, estos deben extenderse en capas dispuestas de forma que se reduzca al máximo la formación de huecos. Cada capa debe cubrirse o mezclarse con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior deben extenderse al menos treinta (30) centímetros de suelo compactado adecuadamente. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua. Si el vertido se efectúa fuera de la zona afectada por el Proyecto, el Contratista deberá conseguir, por sus medios, emplazamientos adecuados para este fin, no visibles desde la calzada, que deberán ser aprobados por la Propiedad, y deberá asimismo proporcionar copias de los contratos con los propietarios de los terrenos afectados.

2.3. Demoliciones

A. Cuando sea necesario efectuar el derribo de construcciones o elementos constructivos, tales como aceras, firmes, edificios, fábricas de hormigón u otros, el Contratista indicará en su oferta las operaciones necesarias para realizar el mismo y que necesariamente deben incluir los trabajos de preparación y protección, el derribo o desmontaje de las construcciones y la retirada de los materiales que se generen. De igual manera, debe indicar el procedimiento previsto para la realización de los mismos.

Todo ello, deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa antes de la ejecución de los trabajos de demolición.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 36 de 70

B. El Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias o, en su defecto, la Dirección Facultativa establecerá el posterior empleo de los materiales procedentes de las demoliciones.

C. Todos los materiales procedentes de demolición o excavación que hayan de ser utilizados en obra, se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que indique la Dirección Facultativa.

D. Los materiales no aprovechables, se cargarán y transportarán a vertederos y autorizados según lo descrito anteriormente. En ningún caso, los materiales sobrantes o de desecho, serán incinerados.

2.4. Escarificación y Compactación

A. La escarificación del terreno se llevará a cabo, si así lo define el Proyecto, hasta un límite máximo de 25 cm desde la cota del rasante.

B. La compactación del material escarificado se realizará de acuerdo con lo estipulado para terraplenado y la densidad a obtener será de 95% de Proctor Modificado (a partir de aquí PM), caso de que el Proyecto no especifique otra cosa.

2.5. Vertederos

A. La Propiedad no dispone de vertederos. Por ello todos los materiales sobrantes de la obra serán depositados en vertederos exteriores autorizados, adecuados al tipo de residuo: restos vegetales, tierras inertes, o residuos contaminados.

B. Será responsabilidad del Contratista informarse de la localización de los distintos vertederos externos necesarios, antes de enviar su oferta.

C. El Contratista deberá cumplir con todas las Reglamentaciones oficiales nacional, autonómica y local sobre Gestión de Residuos, que sean de aplicación a los materiales sobrantes de la obra.

D. La Propiedad indicará al Contratista las zonas, dentro del recinto industrial, que podrá habilitar como acopio temporal para depositar materiales procedentes de excavación que se utilizarán posteriormente como rellenos, debiendo el Contratista realizar los acondicionamientos previos necesarios y restituir el área a su estado original una vez finalizados los trabajos.

E. Dentro de las áreas de acopio temporal los materiales deberán almacenarse clasificados y extendidos.

3.- EXCAVACIONES

3.1. Generalidades

A. Una vez eliminada la capa vegetal, se efectuará el trazado de los perfiles correspondientes y posteriormente se procederá a efectuar la excavación precisa indicada en los planos.

B. El Contratista someterá a la aprobación de la Dirección Facultativa los planos de detalle y demás documentos que expliquen y justifiquen los métodos de realizar una excavación.

C. No se desechará ningún material procedente de la excavación sin previa autorización de la Dirección Facultativa.

D. El material procedente de la excavación deberá ser retirado de la zona de trabajo y clasificado para su posterior utilización, al máximo, en los terraplenados necesarios.

E. Durante la ejecución de los trabajos se tomarán las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia o estabilidad del terreno no excavado.

En especial, se atenderá a las características tectónico-estructurales del entorno y a las alteraciones de su drenaje y se adoptarán las medidas necesarias para evitar los siguientes fenómenos: inestabilidad de talud en roca o de bloques de la misma, debido a voladuras inadecuadas, deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación, encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras, taludes provisionales excesivos, etc.

F. A efectos de aplicación de precios unitarios se distinguirán dos tipos de excavación:

a. Excavación a cielo abierto – se considera como excavación a cielo abierto cuando la cota del terreno a excavar sea superior o igual a la cota final de enrase que se pretende obtener como resultado de la excavación o cuando la superficie total medida en planta sea superior a 200 m² y se pueda dejar sin excavar una rampa de acceso para camiones y maquinaria. En este último supuesto, la excavación para eliminar la rampa, se considerará excavación en profundidad.

b. Excavación en profundidad – se considerará excavación en profundidad cuando la cota del terreno a excavar sea inferior a la cota final de enrase que se pretende obtener como resultado de la excavación o no sea posible la entrada de camiones a la zona excavada.

G. Al finalizar una excavación, deberán quedar el fondo y las paredes exentos de piedras sueltas, desintegradas o estratos excesivamente delgados.



H. Las sobreexcavaciones no autorizadas deberán rellenarse de acuerdo con las Especificaciones y Pliegos de la Propiedad.

I. Las excavaciones se mantendrán en perfectas condiciones de drenaje y las cunetas y demás desagües se ejecutarán de manera que no se produzca erosión en los taludes.

J. Cuando aparezca agua en las zonas excavadas, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarias para agotarla. El agotamiento desde el interior de una cimentación, deberá ser hecho de forma que no provoque la segregación de los materiales que han de componer el hormigón de cimentación y en ningún caso se efectuará desde el interior del encofrado antes de transcurridas veinticuatro horas desde el hormigonado.

3.2. Excavación para Zapatas, Arquetas, etc.

A. Siempre que el terreno lo permita y lo apruebe la Dirección Facultativa, las excavaciones se harán de forma que las paredes verticales actúen como encofrado del hormigón a verter. Con este fin se realizará una sobre-excavación

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 37 de 70

de 3 cm por cara en los planos de hormigones en el caso de hormigones armados. Este sobrecancho no será admitido para hormigones en masa.

B. Si a juicio de la Dirección Facultativa el terreno no es adecuado para el hormigonado contra las paredes de la misma excavación, se autorizará al Contratista a hacer una sobreexcavación para el montaje de encofrados. Esta sobreexcavación será de 25 cm como máximo, pero en cualquier caso debe ser autorizada a priori por la Dirección Facultativa.

C. Cuando sea necesario efectuar dos excavaciones cercanas, al mismo tiempo que, a juicio de la Dirección Facultativa, afecten a la estabilidad del terreno entre ellas, podrá permitir que se eliminen las tierras entre ellas. En este caso se medirá como sobre-excavación hasta un máximo de 25 cm por ambas caras (total 50 cm) y el resto, si lo hubiera, correrá por cuenta del Contratista y la Propiedad autorizará el uso de encofrados para estas caras.

3.3. Excavaciones para Tuberías

A. Las zanjas para tuberías tendrán una anchura equivalente al diámetro de la tubería y hasta 15 cm más por cada lado, medidos desde la cara exterior del tubo (o tubos) o del collarín en el caso de referirse a tubos de enchufe y cordón. (Se admitirá como anchura mínima 40 cm para excavación manual hasta 60 cm de profundidad. Se admitirá una anchura mínima de 60 cm para profundidades superiores a 60 cm (salvo casos especiales)). Si los planos especifican un sobrecancho mayor se efectuará la zanja de acuerdo a ellos.

B. Se profundizará la excavación 10 cm por debajo del tubo (o del collarín en el caso de referirse a tubos de enchufe y cordón) a fin de prever espacio para un lecho de material seleccionado.

3.4. Excavaciones para Zanjas o Canales

3.4.1. Excavación de zanjas o canales nuevos

A. Para la excavación de zanjas nuevas se utilizarán máquinas retroexcavadoras con las dimensiones que se indiquen en los planos, o en caso de no ser indicadas, con un exceso a cada lado de 5 cm sobre el ancho necesario para el acomodo de los cables (datos estos a suministrar por la Representación de la Propiedad).

B. La zanja se excavará 10 cm por debajo de los cables para asegurar que haya 10 cm de arena entre los cables y el fondo de la zanja.

C. Cuando la labor de excavación a máquina se realice con la habilidad y profesionalidad deseable, no será necesario hacer refino manual. En este supuesto decidirá el criterio de la Dirección Facultativa.

3.4.2. Excavación en zanjas eléctricas existentes

A. Cuando haya que efectuar la apertura o ampliación de zanjas existentes se realizará toda la excavación a mano, salvo que la Propiedad autorice expresamente y por escrito la utilización de medios mecánicos para la extracción de las primeras capas, y en la forma que en cada caso se especifique.

B. En cualquier caso se seguirán escrupulosamente las normas de seguridad establecidas en los pliegos y cualquier otra que proponga la Representación de la Propiedad.

3.5. Consideraciones Especiales en Excavaciones

Debido al riesgo que conlleva esta actividad, y adicionalmente a las prescripciones técnicas enumeradas, se exponen los requerimientos de seguridad que deben cumplirse.

3.5.1. Permisos de trabajo

A. Es obligatorio la obtención del permiso de trabajo correspondiente a cualquier excavación, dentro del recinto industrial.

B. Puede, sin embargo, existir alguna zona muy específica en la que esté permitido trabajar sin permisos individuales pero deberá obtenerse un permiso de trabajo global para la zona. Estas zonas siempre estarán valladas y serán controladas por la Dirección Facultativa, quien establecerá las normas a seguir.

3.5.2. Cables Eléctricos

A. Si por el Autorizante del Permiso de Trabajo se hace constar la posibilidad o existencia de cables en la zona, se abrirán catas para localizar estos cables. Estas catas se efectuarán con herramientas manuales (pico, pala o legón). Será necesario que, a partir de 30 cm de profundidad, el personal vaya protegido con botas de goma y guantes aislantes. El uso de un detector de cables no elimina la necesidad de abrir catas, si bien ayuda a determinar donde conviene hacerlas.

B. Todas las herramientas manuales deberán ser de astil de madera.

C. Una vez localizado un cable (o cables) se procederá a determinar el trazado abriendo catas cada 3 m en la zona de trabajo. No se aceptará la señalización en el terreno como válido.



D. No se permitirá una excavación mecánica a menos de 1 m de un cable, si bien en casos excepcionales, tomando precauciones muy precisas y amparados por un permiso especial, se podrá modificar este criterio.

E. No se autorizará el uso de barrenas (aun clavadas con mazo) sin haber determinado previamente la no existencia de cables. Ante cualquier duda será necesario excavar una cata de como mínimo un metro de profundidad antes de proceder a utilizar la barrena. (Este requisito es de aplicación en la instalación de picas de tierra).

F. Antes de proceder a la demolición de hormigones utilizando métodos mecánicos (martillos neumáticos o hidráulicos, gatos, barrenas y cuñas expansivas, sierras etc.), es obligatorio el determinar que no existen cables eléctricos que puedan verse afectados. Puede ser necesario abrir catas a estos efectos.

G. Si durante el trabajo se encuentra un cable eléctrico se suspenderá el trabajo en las proximidades avisando al Representante de la Propiedad quien determinará las medidas a tomar.

3.5.3. Otros elementos enterrados

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 38 de 70

Existen muchos otros elementos enterrados (como son tuberías, drenajes, cables de señalización, telefónicos, etc.) que han de respetarse. Las medidas a tomar en estos casos serán fijadas a la hora de emitir el permiso de trabajo.

3.6. Protección de Excavaciones, Entibaciones y Apeos



- A. Se protegerán en lo posible las excavaciones de forma que no les entre agua de lluvia ni procedente de lavado de equipos, drenajes, pruebas hidráulicas, etc.
- B. El material procedente de excavaciones se acopiará de forma que quede un pasillo de 1 m, como mínimo, de ancho entre la orilla de la excavación y el material extraído. Este pasillo deberá ampliarse siempre que la profundidad de la excavación o la naturaleza del terreno así lo aconseje.
- C. En ciertas áreas (por ejemplo, dentro de unidades) no es admisible amontonar material procedente de excavación en las inmediaciones de las mismas. En estos casos, el Contratista llevará el material procedente de la excavación a la zona de acopio temporal que se precise para ello.
- D. Cuando por razones de seguridad sea necesario entibar la excavación, especialmente en excavaciones en galería o mina, el Contratista dispondrá los medios necesarios para realizar la misma, ejecutándola sin demora inmediatamente después de realizar la excavación correspondiente.
- E. La entibación será precisa para toda excavación igual o superior a dos (2) metros de altura medidos sobre el terreno circundante y también en aquellos casos en que por las características del terreno se haga aconsejable. Se realizará con maderas, perfiles laminados o chapas que ofrezcan las suficientes garantías a juicio de la Dirección Facultativa para soportar los esfuerzos del terreno.
- F. Todas las entibaciones se realizarán por personal cualificado (encofradores o entibadores) previo replanteo general de la excavación fijando puntos y niveles de referencia.
- G. En terrenos buenos, con tierras cohesionadas, se sostendrán los taludes verticales hasta una altura entre 60 y 80 cm, colocándose una vez alcanzada esta profundidad, una entibación horizontal compuesta por tablas horizontales, sostenida por tabloncillos verticales, apuntalados.
- H. En terrenos buenos con profundidades de más de 1,80 m, con escaso riesgo de derrumbe, se colocarán tablas verticales de 2 metros quedando sujetos por tablas horizontales y codales de madera u otro material.
- I. Si los terrenos son de relleno, o tienen dudosa cohesión, se entibarán verticalmente a medida que se procede a la excavación de tierras.
- J. El tipo de entibación, apuntalamiento o apeo que se utilizará, vendrá dado por el tipo de terreno y la profundidad a excavar.
- K. Se protegerá la entibación frente a filtraciones y acciones de erosión por parte de las aguas de escorrentía.
- L. Existirá siempre contacto del entablado con el corte de las tierras.
- M. Cada 20 metros lineales de entibación de zanja o fracción, se realizará un control de replanteo, no admitiéndose errores superiores al dos y medio por mil (2,5‰) ni variaciones en ± 10 cm.
- N. No se admitirán desplomes y desniveles de tablas y codales.
- O. No se utilizarán las entibaciones como escaleras ni los codales como elementos de carga.
- P. Aquellos trabajos que presenten dificultades expresas para su realización, serán objeto de un estudio particular entre el Contratista y la Propiedad antes de iniciar la obra y se definirán con antelación los riesgos que pueden originar las zonas de servidumbre, redes de servicio, cargas del terreno por proximidad de las instalaciones, etc.

3.7. Excavación en Roca

- A. Cuando el terreno reúna las condiciones especificadas para clasificarlo como roca, el Contratista deberá ponerlo en conocimiento de la Dirección Facultativa sacando los perfiles que por ambas partes se consideren necesarios para la determinación del volumen de la excavación correspondiente antes de comenzar la demolición. La rasante hasta la cual deberá eliminarse la roca será indicada en los planos o bien será indicada por el Representante de la Propiedad si no aparece en plano. Este trabajo se realizará por medio de máquina de impacto o con explosivos.
- B. Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en evitar daños en los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada.
- C. Cuando los taludes excavados tengan zonas inestables o la cimentación de la futura explanada presente cavidades, el Contratista adoptará las medidas de corrección necesarias con la aprobación de la Propiedad.
- D. Se cuidará especialmente la subrasante que se establezca en los desmontes en roca debiendo esta presentar una superficie que permita un perfecto drenaje sin encharcamientos, y en los casos en los que por efecto de la voladura se generen zonas sin desagüe, se deberán eliminar mediante la aplicación de hormigón de saneo, o relleno de tierras en su caso, que regenere la superficie de la subrasante de acuerdo con los planos establecidos para las mismas y con las tolerancias previstas en Proyecto, no siendo estas operaciones objeto de abono.

3.8. Uso de Explosivos

- A. El uso de explosivos viene condicionado por lo requerido en el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias y estado de precios del contrato, así como en la documentación técnica de la oferta del Contratista.
- B. La autorización de la Propiedad no implica que las Autoridades Gubernamentales competentes hayan aprobado el uso de explosivos.
- C. Si el Contratista optase por la utilización de explosivos serán por su cuenta todos los proyectos administrativos, la solicitud y obtención de autorizaciones y/o licencias administrativas y el suministro y manipulación del material explosivo requerido. Deberá disponer de personal especializado para dicho trabajo, con reconocida experiencia en

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 39 de 70</p>

los mismos, así como disponer de un lugar para almacenaje de los explosivos, de acuerdo con lo establecido en la Legislación vigente.

D. Aún cuando la responsabilidad total y única que se puede derivar de este trabajo será del Contratista, éste deberá requerir la autorización de la Dirección facultativa antes de efectuar todas y cada una de las voladuras precisas. Deberá prever las medidas de seguridad necesarias para la protección del personal y de las instalaciones tanto propias como de otros que se encontrasen simultáneamente en la zona de trabajo, así como para la protección de las instalaciones colindantes.

E. El Contratista proporcionará a la Propiedad copia del seguro que tenga suscrito, donde de una forma inequívoca deben estar cubiertos los riesgos para este tipo de actividad.

F. Una vez complementada la excavación, bien por haber llegado a la cota prevista o por volver a localizar otra capa de material suelto, el Contratista deberá sacar los perfiles correspondientes, los cuales con la conformidad de la Representación de Propiedad deberán adjuntarse en la certificación correspondiente.

3.9. Materiales Inadecuados o Marginales

A. Durante la excavación es posible que se hallen productos no aptos para ser utilizados como material para relleno o bien no aptos para soportar las cargas de diseño previstas. El Contratista avisará a la Dirección Facultativa inmediatamente cuando a su juicio se dé esta circunstancia para que ésta dictamine sobre el particular. Si la Dirección Facultativa opina que el material no es apto se procederá conjuntamente con el Contratista a hacer los levantamientos topográficos necesarios para determinar los volúmenes correspondientes. Los materiales no aptos se segregarán de los otros materiales y se verterán de acuerdo con las instrucciones de la Dirección Facultativa.

3.10. Hallazgos Arqueológicos

A. En el caso de que durante el curso de los trabajos encomendados, se encontraran objetos de presumible valor arqueológico o material, el Contratista suspenderá inmediatamente el trabajo en esa zona, cercará provisionalmente la misma y evitará el acceso a ella de personal poniendo un vigilante. Simultánea e inmediatamente comunicará el hallazgo a la Dirección Facultativa quien adoptará las medidas que se consideren adecuadas.

B. La Propiedad, dominio o usufructo de los posibles hallazgos corresponderá exclusivamente a la Propiedad, en la forma y manera que establecen las leyes vigentes.

4.- RELLENOS

4.1. Terraplenes

4.1.1. Generalidades

A. Los rellenos se realizarán con material procedente de las excavaciones en la mayor medida posible.

B. Los rellenos, que por insuficiencia de tierras procedentes de la excavación, sea necesario efectuar con tierras de préstamos se ejecutarán con materiales suministrados por el Contratista a pie de obra.

C. Una vez limpia y compactada la zona a rellenar, se obtendrá autorización de la Dirección facultativa para proceder a efectuar el relleno de la misma. La compactación se realizará según las normas que a continuación se indican para este trabajo, debiendo ser toda la tongada de material homogéneo y del cual se habrá determinado previamente la curva Proctor característica, no permitiéndose la mezcla de tierras de características distintas en la misma tongada.

D. El Contratista deberá planificar la obra de forma tal que en todo momento quede previsto el drenaje de posibles lluvias y/o de corrientes freáticas, y que dicho drenaje no afecte a la marcha del trabajo ni altere las zonas ya preparadas.

4.1.2. Rellenos

A. Para rellenar se utilizarán suelos adecuados o seleccionados siempre que su capacidad de soporte sea la requerida para el tipo de explanada prevista en el Proyecto y su índice CBR, correspondiente a las condiciones de compactación de puesta en obra, sea como mínimo de cinco ($CBR \geq 5$), según UNE 103502.

B. Se podrán utilizar otros materiales en forma natural o previo tratamiento, siempre que cumplan las condiciones de capacidad de soporte exigidas, y previo estudio aprobado por la Dirección Facultativa.



C. Antes de verter ningún relleno, el terreno deberá ser compactado. El relleno deberá verterse en tongadas de un espesor máximo de 30 centímetros antes de compactar, salvo que se especifique otra cosa en el Contrato, y cada tongada deberá ser compactada separadamente hasta llegar a obtener in situ una densidad mínima en seco del 95% PM o aquel porcentaje indicado en los planos o condiciones particulares.

D. No se admitirán en la tongada piedras en dimensión superior a 2/3 de la tongada compactada.

El Contratista tomará las medidas oportunas para que el material del relleno disgregable sea desmenuzado suficientemente antes de proceder a la compactación y mantendrá un control muy estricto del contenido de humedad para asegurarse de que toda la tongada se compactará adecuada y uniformemente. En caso necesario, deberá procederse a la humectación (o desecación, en su caso) de cada tongada.

E. No se compactará ningún terreno si el contenido de humedad está por encima de lo máximo aceptable para el terreno de que se trate. En el caso de que se prevea posibilidad de lluvia o tormenta, la última tongada deberá ser sellada para evitar que el agua pueda penetrar en el suelo ya compactado. Esto puede ser realizado alisando la superficie con una apisonadora o pisón neumático. En el caso en que se haya sellado la superficie, hay que proceder a su escarificado antes de colocar la tongada siguiente para conseguir una correcta unión entre las dos tongadas.

Al terminar cada zona el Contratista deberá proceder al sellado de la misma de la forma indicada anteriormente. Una vez terminada la compactación de sellado se admitirá una tolerancia máxima de ± 3 cm. Cuando se utilice equipo

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 40 de 70

que deje sellada cada tongada, como por ejemplo rodillos vibrantes, se procederá al escarificado y subsiguiente compactación de cada tongada antes de echar la siguiente.

F. No se extenderá ninguna tongada mientras no se haya comprobado que la superficie subyacente cumple las condiciones exigidas y sea autorizada por la Dirección Facultativa.

G. Se realizarán los sobreanchos necesarios en las diferentes tongadas para garantizar el grado de compactación requerido en la sección final. Posteriormente, se procederá a realizar el refinado de taludes y retirada de tierras sobrantes para garantizar el acabado geométrico requerido.

H. No se realizarán rellenos en terrenos inestables o con presencia de turbas o arcillas blandas hasta asegurar la eliminación de los mismos o su consolidación definitiva.

I. El relleno de los trasdós de los muros se realizará cuando estos tengan la resistencia requerida y no antes de 21 días si son de hormigón.

J. El material compuesto por roca o zahorra natural procedente de la excavación, únicamente podrá ser usado como material de relleno a juicio de la Dirección Facultativa, la cual determinará si es posible usar, y dónde, este material.

4.1.3. Control de Ensayos

A. El control y registro del grado de compactación conseguido en los trabajos de excavación y relleno deberá ser realizado de acuerdo con las Normas NLT 108 y NLT 109 del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo. El Contratista deberá contratar un laboratorio independiente para el control del movimiento de tierras. El laboratorio de control deberá aportar todo el equipo, material e instrumentos necesarios para llevar a cabo los ensayos correspondientes. El Contratista deberá tener a pie de obra un técnico competente capaz de llevar a cabo los ensayos pertinentes y con ello asegurar un control adecuado del trabajo.

Además de los ensayos llevados a cabo por el Contratista para controlar su propio trabajo, la Dirección Facultativa podrá realizar tantos ensayos suplementarios como sea necesario para asegurar que se cumple lo especificado en cuanto a la forma de ejecutar el trabajo.

B. Salvo que en el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias se requiera un nivel de ensayos distinto el Contratista deberá considerar que se realizarán los siguientes:

a. En material de compactación:

- Por método nuclear 5 ensayos por tongada + 1 adicional por cada 5.000 m³.
- Por el método de arena 1 ensayo por cada 10.000 m³.

b. En material de préstamo:

- 3 ensayos Proctor de cada suministro distinto + 1 adicional por cada 8.000 m³.

C. El Contratista deberá poner a disposición de la Dirección Facultativa el laboratorio de control, su equipo o instrumentos, sin ningún cargo extra, para poder llevar a cabo los ensayos adicionales que considere oportunos. El coste de estos ensayos será asumido por la Propiedad, salvo que se encuentren anomalías, en cuyo caso serán asumidos por el Contratista.

D. No se verterá ningún material de relleno sobre una tongada ya compactada hasta que la Representación de la Propiedad dé su conformidad por haberse conseguido el grado de compactación especificado. El Contratista deberá enviar copia de todos los resultados de los ensayos y de todos los cálculos llevados a cabo en sus laboratorios u oficinas. Con anterioridad a los trabajos de relleno, el Contratista recabará de la Dirección Facultativa la autorización de las tierras a emplear, realizando la determinación de la curva característica de dicho terreno de acuerdo con las Normas NLT 108.

En caso de que el Contratista prevea llevar a cabo otro tipo de ensayos, deberá proponerlo anticipadamente a la Representación de la Propiedad para su aprobación.

4.2. Pedraplenes

A. Se entiende por pedraplenado la extensión y compactación por tongadas de materiales pétreos, generalmente procedentes de excavación en roca. Tendrá un área suficiente para el empleo de maquinaria pesada y se cumplirán las recomendaciones del PG 3 para el caso.

B. Será responsabilidad del Contratista garantizar la granulometría adecuada del material pétreo de relleno, debiendo realizar el troceado necesario de la roca en caso de utilizarse material procedente de la excavación, el uso del cual deberá haber sido aprobado previamente por la Propiedad.

C. Como norma general, no se podrán utilizar materiales de relleno procedentes de las siguientes rocas:



- Serpentina.
- Tobas volcánicas y rocas volcánicas piroclásticas.
- Micacitas y Filitas.
- Anhidritas, yesos y rocas solubles.
- Tobas calcáreas y caliches.
- Arcosas y limolitas.

D. Se entiende por relleno todo-uno a la extensión y compactación de materiales con las características definidas en el PG 3, en un área suficiente para el empleo de maquinaria pesada, y se cumplirán las recomendaciones del PG 3 para el caso.

E. Todas las operaciones de pedraplenado o rellenos efectuados con todo-uno deberán contar con la autorización previa y expresa de la Dirección Facultativa.

4.3. Rellenos Localizados

4.3.1. Cimentaciones

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 41 de 70

A. El tapado de excavaciones para cimentaciones se hará de acuerdo con las mismas normas indicadas en el punto 4.1.

B. El relleno de las excavaciones deberá tener un grado de compactación mínimo igual al del terreno circundante de mayor grado de compactación. La superficie debe quedar sellada para impedir filtraciones.

C. Se habilitarán los medios mecánicos adecuados según el tamaño de las superficies a rellenar.

4.3.2. Tuberías

A. Las tuberías enterradas deberán rellenarse con arena exenta de piedras mayores de 5 mm de diámetro, desde 150 mm debajo del tubo hasta 150 mm sobre la generatriz superior del tubo, asegurando que quede debidamente compactado por los lados y por debajo del tubo. Por encima de esta elevación se rellenará con material procedente de la excavación.

B. El relleno de las excavaciones deberá tener un grado de compactación mínimo igual al del terreno circundante de mayor grado de compactación.

4.3.3. Zanjas de Cables

A. El tapado de las zanjas de cables debe coordinarse con el tendido de los mismos, por lo que el Contratista debe tener en cuenta la existencia de tiempos muertos en el vertido de la arena entre capa y capa.

El tendido de los cables, normalmente, será realizado por terceros.

B. La arena a emplear para el relleno será procedente de río, lavada, y con granulometría inferior a 5 mm de diámetro, debiendo estar absolutamente exenta de piedras u otros elementos extraños.

C. Las losetas para marcar y proteger estarán especificadas en los planos. En caso contrario utilizar ladrillo macizo en tamaño y tipo comercial de 4 cm de espesor o losetas que el Contratista propondrá a la Dirección facultativa, con suficiente antelación a su utilización.

D. Inmediatamente después de cerrar la zanja deberán implantarse los mojones o losetas señalizadoras en la forma que indiquen los planos, o/y siguiendo las instrucciones de la Dirección Facultativa.

E. El Contratista preparará y entregará a la Propiedad esquemas o dibujos sobre copia de los planos con marcas topográficas del recorrido real de la zanja, anchura, profundidad, cruces y cuantos accidentes sea conveniente detallar para una exacta identificación en el futuro.

F. El procedimiento de tapado de las zanjas de cables se ajustará en general a lo indicado anteriormente para otros casos, y en particular se observará lo siguiente:

- La arena debe estar seca en el momento de verterla, y será extendida y compactada, dentro de lo posible, después del tendido de cada capa de cables. Se extenderá una última capa de 10 cm de arena por encima de los cables antes de colocar losetas para asegurar la protección mecánica de los cables.

- Las losetas deben colocarse entramadas entre sí, y ocupando toda la anchura de la zanja.

Entre losetas no se admitirán juntas mayores de 1 cm. Las losetas serán asentadas en la arena, debiendo formar finalmente una superficie plana con todas ellas.

- El relleno final de tierra se hará por tongadas, sucesivamente extendidas y compactadas.

G. La resistencia del relleno de la zanja debe ser igual a la del terreno circundante y la tolerancia, en este caso, será de +3 cm a +6 cm.

5.- CABALLEROS

A. Se entenderá por caballeros los cercos de contención que rodean cada cubeto, ya estén formados por tierras compactadas o por taludes del terreno natural.

B. Caso de tratarse de tierras compactadas, se seguirán las normas especificadas para compactación en el punto 4.1., con la salvedad de requerirse solamente una densidad seca mínima del 90% PM.

C. Antes de la construcción de los caballeros, el Contratista recabará de la Dirección Facultativa, para su montaje durante la fase de terraplenado, la información sobre los tubos previstos para pasos de cables, drenajes, tuberías, etc., aunque éstos pudieran no aparecer marcados en los planos correspondientes en poder del Contratista.

D. En general, los caballeros que se formen, deben tener forma regular, superficies lisas que favorezcan la evacuación de las aguas y taludes estables que eviten cualquier derrumbamiento.

6.- TERMINACIÓN Y REFINO

A. Se entenderá por refino el perfilado final que se efectuará sobre cubetos de tanques, caballeros de tierras y taludes en general, así como en carreteras y demás áreas hasta conseguir las pendientes y nivelaciones precisas que se indican en planos, dentro de las tolerancias permitidas por esta especificación.

B. El material sobrante, procedente del refinado, será cargado y retirado a vertedero.



6.1. Terminación de Excavaciones

A. Una vez terminadas las excavaciones, todas las tierras sueltas deberán ser retiradas y el suelo deberá ser rasanteado y compactado hasta llegar a obtener in situ una densidad mínima en seco del 95% PM o aquel porcentaje indicado en los planos o pliego de condiciones técnicas particulares.

B. Se realizará el refino manual de las paredes de las excavaciones, en particular de las zanjas, salvo que, por la habilidad de la ejecución de la excavación a máquina, la Propiedad exima de efectuar dicha actividad.

C. En caso de ejecutar el Contratista excavación en exceso, será por su cuenta la aportación del material preciso para corregir los niveles especificados en los planos, debiendo realizar el relleno consiguiente de la forma definida en el punto 4.1. Una vez terminada esta compactación se admitirá una tolerancia máxima de 3 cm.

6.2. Terminación y Refino de Cubetos

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 42 de 70

A. El refinado se efectuará una vez finalizado el montaje del tanque y de las tuberías y cables a instalar en el cubeto, realizándose el arreglo de los desperfectos que como consecuencia del montaje hubiesen podido ocasionarse. El Contratista deberá tener en cuenta que normalmente el refino final se deberá efectuar después de que otros Contratistas hayan efectuado sus trabajos.

B. Toda la superficie deberá ser cuidadosamente compactada y sellada evitando la formación de baches en el interior de los cubetos.

C. En la mitad superior del asiento del tanque, se formará canal entre el asiento propiamente dicho y el cubeto de modo que las aguas no afecten al mismo.

D. Cuando haya que proceder a un recrecido de espesor inferior a $\frac{1}{2}$ de la tongada compactada, se procederá previamente a un escarificado de todo el espesor de la misma, con objeto de asegurar la trabazón entre el recrecido y su asiento.

E. La superficie requerida no deberá variar en más de 15 mm sobre lo especificado en planos.

F. No deben existir zonas con falta de material que permitan la retención de agua.

G. La capa de coronación de la explanada tendrá como mínimo el espesor indicado en el Proyecto no siendo admisible en ningún punto de la misma, espesores inferiores.

6.3. Terminación de Caballeros

A. Para refinar las superficies de un caballero se retirarán las piedras y demás elementos que formen salientes sobre el perfil. Se permitirá una tolerancia de 5 cm en el perfilado de la cara de los taludes por cada 25 metros de longitud, siendo permitido una tolerancia máxima de 10 cm. La tolerancia máxima en el nivel del pasillo superior del caballero será de 3 cm.

B. Las tolerancias citadas se requerirán en los taludes formados por terreno natural. Caso de encontrarse roca o gravas la Representación de la Propiedad dictaminará las medidas que han de tomarse.

7. NORMAS DE MEDICION Y ABONO

7.1. General

A. Las mediciones y abono de las diferentes unidades de obra se realizará de acuerdo con los Pliegos de la Propiedad y según las unidades establecidas en el estado de mediciones.

B. Cualquier tipo de reclamación económica, que por aplicación o interpretación de esta normativa, considere el Contratista justificada, debe hacerse en cualquier caso a priori, a través de la Representación en la obra, y siempre antes de que las cotas, coordenadas o cualquier otra señal, hayan sido borradas u ocultadas de tal forma, que en caso de considerar procedente la reclamación, sea factible evaluar ésta con medios tangibles, descartando cualquier otro procedimiento subjetivo de valoración.

Se entiende que el no utilizar este cauce supone renuncia implícita por parte del Contratista a cualquier reclamación por estos conceptos.

C. Para el abono de unidades de obra que, una vez finalizadas, resulten incompletas o defectuosas de acuerdo a lo requerido en el proyecto, pero aún así sean aceptadas por la Propiedad como válidas para la funcionalidad de la obra, no será de aplicación el correspondiente precio del contrato y deberá establecerse un precio específico aprobado por la Propiedad. Así mismo, la Propiedad dictaminará una sanción económica por la disminución de calidad en que se haya incurrido.

D. Los gastos, así como los tiempos perdidos en los que se haya incurrido por producirse hallazgos arqueológicos durante el desarrollo de los trabajos, serán resarcidos al Contratista mediante una Autorización de Cambio.

E. Se consideran incluidas en los precios todas las medidas necesarias para la protección de la vegetación y cualesquiera otros bienes y servicios considerados como permanentes. En particular, será responsable el Contratista de mantener en perfecto estado las carreteras, públicas o privadas, que utilice para transportar materiales y medios así como los permisos y licencias pertinentes para circular. Si, debido al paso de su equipo o equipo alquilado por él, se producen daños, los costos de reparación correrán por su cuenta, reservándose la Propiedad el derecho a contratar con terceros dicha reparación y repercutir al Contratista su importe en caso de que no se atiendan sus reclamaciones con la obligada diligencia.

F. Estará incluido en los precios el coste del laboratorio independiente para el control del movimiento de tierras, así como todos los ensayos correspondientes.

G. Los precios incluirán todas las operaciones de replanteo necesarias. La Propiedad sólo proporcionará los dos puntos de referencia iniciales que fijarán el sistema de coordenadas.

H. Todos los precios deberán incluir la parte proporcional de medios auxiliares necesarios para su ejecución, tales como maquinaria, herramental, medios de elevación, consumibles, etc.



7.2. Excavaciones

A. El desmonte de la zona a considerar se definirá y medirá de acuerdo con los perfiles topográficos elaborados, definidos antes de la iniciación de la obra y una vez completada cada fase de ésta. Dichos perfiles serán presentados por el Contratista para la aprobación de la Dirección Facultativa.

B. El desmonte, incluso la eliminación de terreno vegetal, terrenos no aptos para uso en otra parte de la obra, etc. se medirán in situ en su estado natural, de acuerdo con los planos de referencia y los perfiles topográficos.

C. Los precios de excavación en desmonte incluirán el coste de las medidas necesarias para garantizar, en todo momento, la estabilidad de los taludes y, en particular, el correcto drenaje del terreno.

D. Los precios de excavación a cielo abierto incluirán la formación de pendientes necesaria para garantizar el correcto drenaje de la zona. Igualmente se incluirán en estos precios el refino final de la explanada (y la retirada a

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 43 de 70</p>

vertedero del material sobrante resultante), su compactación al 95% PM (incluso humectación o desecación necesaria) y sellado.

E. Los precios de excavación en desmonte incluirán el coste del refino de los taludes, así como la retirada a vertedero del material sobrante procedente de este refino. El hecho de que el refino final no pueda efectuarse inmediatamente sino después de que otros Contratistas hayan realizado sus trabajos no supondrá costes adicionales ni reclamaciones.

F. La excavación en roca se medirá a partir de los perfiles tomados al efecto en su estado natural.

G. Los precios de excavación en roca incluirán los costes de estabilización y perfilado del talud.

H. Serán por cuenta del Contratista y a su cargo todos los proyectos administrativos, la solicitud y obtención de autorizaciones y/o licencias administrativas y el suministro y manipulación del material explosivo requerido para la realización de voladuras controladas. Todos estos costes se considerarán repercutidos en el precio correspondiente.

I. Los precios de excavación en roca con explosivos incluirán el examen posterior de la zona de la voladura y la retirada de cualquier resto de explosivos que hubiese podido quedar.

J. La medición de las excavaciones en profundidad se hará de acuerdo con los planos y el nivel del terreno, aumentando las medidas mínimas requeridas por los planos de acuerdo con las sobre-excavaciones aplicables en cada caso siempre que estas dimensiones sean mayores que los mínimos indicados. A efectos de cálculo de volumen se considerarán verticales las paredes de la excavación, a menos que se indique lo contrario en los planos.

K. Se admitirán las siguientes sobre-excavaciones (siempre con la aprobación de la Propiedad):

a. Cuando se utilicen las paredes de la excavación como encofrado, se certificará una sobreexcavación de 3 cm por cara en los planos de hormigones, en el caso de hormigones armados. Este sobreancho no será admitido para hormigones en masa.

b. Cuando no se pueda hormigonar contra el terreno y sea necesario el montaje de encofrados, se certificarán un máximo de 25 cm de sobre-excavación por cada cara que se encofre.

c. Cuando, por motivos de seguridad, sea necesaria la eliminación de tierras entre excavaciones cercanas por peligro de pérdida de estabilidad del terreno entre ellas, se abonará dicha retirada de tierras al precio normal de excavación, pero para su ejecución será imprescindible siempre el consentimiento previo de la Propiedad.

d. En excavaciones para tuberías, se admitirá hasta un sobreancho de 15 cm a cada lado de la zanja medido desde la cara exterior del tubo (o tubos) o del collarín en el caso de referirse a tubos de enchufe y cordón. Se admitirá como anchura mínima 40 cm para excavación manual hasta 60 cm de profundidad. Se admitirá una anchura mínima de 60 cm para profundidades superiores a 60 cm (salvo casos especiales). Si los planos especifican un sobreancho mayor se efectuará la zanja y se medirá de acuerdo con el plano.

e. Para zanjas de cables nuevas, si no se indica otra cosa en planos, se admitirá un exceso de excavación a cada lado de 5 cm sobre el ancho necesario para el acomodo de los cables (datos éstos a suministrar por la Representación de la Propiedad).

L. Si el Contratista estima que se requiere mayor sobreancho del previsto, esta excavación adicional correrá por su cuenta y sus precios de excavación tendrán que haber tenido en cuenta esta posibilidad.

M. Cualquier exceso de excavación con respecto a lo establecido en planos y teniendo en cuenta las sobre-excavaciones permitidas, correrá por cuenta del Contratista y no será objeto de medición y abono.

N. En los precios de excavación en profundidad estará incluido el rasanteado y compactado del fondo hasta alcanzar el 95% PM, así como los refinados manuales necesarios de las caras verticales.

O. Los costes por agotamiento en excavaciones abiertas debido a las aguas de lluvia u otras causas, excepto nivel freático, se considerarán incluidos en el precio de la excavación.

P. Los precios de excavación incluirán las entibaciones y apeos que sean necesarios para garantizar la seguridad de la excavación, así como el sobreancho necesario para su instalación.

Q. No se consideran incluidos en los precios ofertados (salvo que se indique lo contrario en el Contrato) los cálculos y aprobaciones por parte del Contratista y la Propiedad, respectivamente, que se realizarán a priori para aquellos trabajos de protección de excavaciones que presenten dificultades expresas para su ejecución y que serán objeto de estudio particular en el que deberán definirse todos los riesgos a priori.

R. El precio de excavación manual en galería será válido tanto si la excavación se realiza con compresor y martillo o con herramientas manuales. El importe de todos los apuntalamientos y descargas que se consideren necesarias, estará incluido en dichos precios.

7.3. Rellenos



A. El material procedente de áreas de préstamo se medirá en el terraplenado ejecutado con el mismo de acuerdo con los planos de referencia y los perfiles topográficos.

B. El terraplenado se medirá in situ, después de su compactación, de acuerdo con los planos de referencia y los perfiles topográficos elaborados, definidos antes de la iniciación de la obra y una vez completada cada fase de ésta. Dichos perfiles serán presentados por el Contratista para la aprobación de la Dirección Facultativa.

C. La medición del volumen de los rellenos se hará, siempre que sea posible, como obra ejecutada y partiendo de perfiles previamente acordados.

D. El coste de las operaciones de desbroce de las zonas de préstamo, deberá estar repercutido en el correspondiente precio del contrato de relleno con productos de préstamo.

E. Los precios de terraplenado o relleno taluzado incluirán la escarificación y compactación de la superficie de asiento del terraplén, la extensión de cada tongada, la humectación o desecación de cada tongada hasta conseguir

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 44 de 70</p>

el grado de humedad adecuado para lograr la compactación requerida, la compactación de cada tongada hasta alcanzar la densidad del 95% del ensayo PM, y la escarificación y compactación de la tongada anterior (si es necesario, por ejemplo si ésta hubiese sido sellada para evitar penetración de agua de lluvia) antes de la extensión de la siguiente tongada. Igualmente se incluirán en estos precios el refino final de la explanada (y la retirada a vertedero del material sobrante resultante), su compactación al 95% PM (incluso humectación o desecación necesaria) y sellado.

F. Los precios de terraplenado o relleno taluzado incluirán el coste del refino de los taludes, así como la retirada a vertedero del material sobrante procedente de este refino. El hecho de que el refino final no pueda efectuarse inmediatamente sino después de que otros Contratistas hayan realizado sus trabajos no supondrá costes adicionales ni reclamaciones.

G. Los precios de terraplenado o relleno taluzado incluirán la formación de pendientes necesaria para garantizar el correcto drenaje de la zona. La Propiedad no aceptará cargo alguno por haber realizado el Contratista drenajes inadecuados de la zona que afecten a la marcha de los trabajos y/o alteren las zonas ya preparadas, así como tampoco aceptará extracostes derivados de condiciones climatológicas adversas, que retrasen o paralicen los trabajos, salvo lo previsto al respecto en los Pliegos de Condiciones del Contrato.

H. Los precios de terraplenado o relleno taluzado incluirán los sobreanchos necesarios para permitir el acceso de maquinaria para compactar cada tongada hasta el borde. Cuando por la forma de la sección a compactar se precisen diferentes sobreanchos en las tongadas para garantizar el grado de compactación requerido en la sección final, el Contratista tendrá en cuenta que la ejecución de estos sobreanchos no se certificará, abonándose únicamente el volumen medido en planos.

I. Los precios de formación de caballeros incluyen los mismos conceptos que los de terraplenado, con la única diferencia de que la compactación requerida será 90% PM.

J. Caso de realizar la Propiedad ensayos sobre el grado de compactación de los rellenos realizados y demostrarse el incumplimiento de lo estipulado en el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias, el coste de todas las pruebas necesarias se considerará incluido en los precios unitarios de relleno correspondientes. En el caso contrario, los gastos serán asumidos por la Propiedad.

K. Los precios de pedraplenado incluirán la escarificación y compactación de la superficie de asiento del pedraplén, la eliminación o troceado de elementos singulares de roca procedente de la excavación para lograr la granulometría requerida, la extensión de cada tongada, la compactación de cada tongada, la formación de pendientes drenantes, los sobreanchos necesarios para compactación, el perfilado de taludes, y el recebado final de la cara superior.

L. Se determinará como volumen de relleno de excavación en profundidad la diferencia entre el volumen de excavación medido sobre plano (más las sobre-excavaciones permitidas) y el volumen medido sobre el plano del equipo, material o elementos colocados en la excavación.

M. Los precios de rellenos localizados incluirán la extensión en tongadas, la humectación o desecación de cada tongada hasta conseguir el grado de humedad adecuado para lograr la compactación requerida, la compactación de cada tongada hasta alcanzar la densidad del 95% del ensayo PM, y el sellado de la superficie final para evitar filtraciones.

N. Los precios de relleno de zanjas con arena lavada o arena exenta de sustancias orgánicas incluirán el extendido en tongadas y la compactación de cada tongada.

O. Se medirá la arena utilizada como relleno en zanjas de cables in situ según planos, teniendo en cuenta 10 cm de arena tanto por debajo como por encima de los cables. Los tiempos muertos en el vertido de la arena derivados de la necesidad de coordinar esta actividad con el tendido de cables, normalmente realizado por terceros, deberán estar repercutidos en los precios. La Propiedad no abonará ningún extra por este motivo.

P. No se admitirá la certificación de trabajo efectuado en zanja sin que se haya presentado a la Propiedad esquema del recorrido real definitivo de la misma, sus dimensiones finales y detalles dignos de destacar.

Q. Será por cuenta del Contratista la aportación del material preciso para corregir los niveles especificados en los planos, no siendo objeto de certificación ni la demasía de excavación realizada ni el relleno preciso consiguiente.

7.4. Retirada de restos a vertedero



A. Se considera incluida en los precios la obtención de los permisos necesarios para el vertido del material procedente del desbroce, demoliciones, etc., fuera del recinto del Complejo Industrial.

B. Los precios de transporte a vertedero autorizado incluirán el vertido y clasificación de los residuos, su extendido y el coste del canon de vertido correspondiente, teniendo en cuenta que deberá cumplir con las Reglamentaciones oficiales nacional, autonómica y local sobre Gestión de Residuos.

C. Es responsabilidad del Contratista el haber visitado la zona de vertederos antes de enviar su oferta, al objeto de conocer las distancias a la zona de la obra y detectar cualquier acondicionamiento previo que pudiera ser necesario realizar, para poder repercutirlo en sus precios. La Propiedad no aceptará ningún coste extra o reclamación por estos conceptos.

D. Los precios de transporte a zona de acopio temporal incluirán el vertido y clasificación de los materiales y su extendido. Igualmente estará incluido en el precio cualquier acondicionamiento previo de la zona que sea necesario y la restitución final del terreno de la zona de acopio despejada a su estado original.

E. El volumen de tierras a transportar a vertedero exterior se determinará exclusivamente como la diferencia entre el material excavado y el relleno compactado realizado con productos procedentes de excavación, medidos ambos

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 45 de 70

como se ha indicado anteriormente. No se tendrá en cuenta esponjamiento alguno; este concepto deberá estar repercutido en los precios.

F. El volumen de tierras a transportar a acopio temporal será equivalente al doble (ida y vuelta) del volumen total de rellenos compactados realizados con productos procedentes de la excavación, midiéndose los rellenos según se ha indicado anteriormente para cada caso. No se tendrá en cuenta esponjamiento alguno; este concepto deberá estar repercutido en los precios.

FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS DE ACERO

1.- CÓDIGOS, NORMAS Y ESPECIFICACIONES

Los códigos y normas a los que se hace referencia en esta sección completan este pliego de condiciones particulares:

- CTE-DB-SE-A Código Técnico de la Edificación. Estructuras de acero.
- EAE-11. Instrucción de acero estructural
- Normas UNE
- Normas NTE
- NCSE-02. Construcción sismorresistente.

Todos los códigos, reglamentaciones, normas UNE y demás normas que se mencionan y/o refieren en los códigos anteriormente mencionados también completan este pliego.

Para aquellos códigos y normas que no se indique la fecha de publicación se aplicará la última versión publicada.

En caso de discrepancia entre las referencias, códigos y normas y las cláusulas de este pliego, se pondrá en conocimiento de la Dirección de Obra para su aclaración.

2.- INTERPRETACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.

Es obligación del Contratista, el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente estipulado en los documentos del Proyecto.

Las cotas numéricas de los planos prevalecerán sobre las deducidas por apreciación gráfica de las mismas.

Lo mencionado en los planos y omitido en la especificación o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos.

Es obligación del Contratista la correcta interpretación de los documentos. En caso de duda consultará a la Dirección Facultativa, quien dictaminará al respecto, así como en los posibles casos de contradicción en los documentos, si que ello exima al Contratista de su responsabilidad.

3.- ORIGEN Y CALIDAD DE LOS MATERIALES.

3.1 Origen de los materiales

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Contratista, quien será el único responsable de su manipulación, almacenamiento, conservación y buen empleo.

3.2 Control de calidad.

Todos los materiales a emplear en las obras serán objeto de un control de calidad, cuya definición y alcance se expresa en los apartados correspondientes, que el Contratista realizará a su costa, sometiendo los resultados a conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa con antelación suficiente al momento de uso de los materiales en obra.

3.3 Equipos de medida.

El Contratista dispondrá en obra del personal y medios precisos para realizar mediciones y comprobaciones de coordenadas y cotas de cualquier elemento de la estructura.

3.4 Materiales a emplear

Todo el material será nuevo y se acogerá a las siguientes normas.

3.4.1 Acero laminado.

El acero estructural será S 275 JR con un límite elástico de 275 MPa de acuerdo con el código CTE-DB-SE-A, EAE-11 y a la norma UNE EN 10025.

3.4.2 Perfiles huecos

El acero a emplear en perfiles huecos será del tipo S 275 JOH según EN 10219.

3.4.3 Tornillos ordinarios y de alta Resistencia.

El acero para tornillos y tuercas ordinarios será 4.6 según CTE-DB-SE-A y EAE-11 con un límite elástico mínimo de 240 MPa.

Los tornillos y tuercas de alta resistencia se ajustarán al CTE-DB-SE-A y EAE-11, clase 10.9, con un límite elástico convencional de 900 MPa.



Las arandelas circulares y las arandelas cuadradas biseladas se ajustarán al código CTE-DB-SE-A y EAE-11.

Los tornillos, tuercas y arandelas recibirán un galvanizado electrolítico. Las roscas de tornillos y tuercas se ajustarán perfectamente después del galvanizado de modo que las tuercas puedan enroscarse con la mano. Los tornillos no se mecanizarán después del galvanizado.

Las arandelas biseladas cuadradas se utilizarán en los perfiles con las alas no paralelas.

3.5 Materiales de aportación para uniones soldadas

3.5.1 Electrodo revestidos para soldeo manual

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 46 de 70</p>

Se emplearán electrodos con revestimiento básico de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 2560.

Solo se permitirán electrodos de rutilo cuando a propuesta del Contratista y para una obra o elementos del mismo determinado, reciba aprobación escrita por parte de la Dirección Facultativa.

3.5.2 Materiales de aportación para soldeo con arco sumergido.

Se empleará polvo básico, siendo tanto los electrodos como el fundente del tipo "bajo contenido en hidrógeno". Las características mecánicas del material depositado, serán como mínimo, las indicadas para el material base.

3.5.3 Materiales de aportación para soldeo con atmósfera protectora.

Las características mecánicas del material depositado serán, como mínimo, las exigidas para el material base.

3.6 Suelos de chapa

Los suelos de chapa estarán formados por chapas lagrimadas, antideslizantes, del tipo 6/8.

Los suelos de chapa estarán fijos a las vigas de apoyo mediante cordón de soldadura discontinuo.

Las chapas continuas llevarán taladros de 16mm de diámetro cada 300mm sobre el eje de las vigas de apoyo para soldarlas por puntos, o agujeros avellanados cada 400mm sobre las alas para posterior fijación con tornillos de cabeza avellanada M6, a menos que se especifique lo contrario en los planos.

Los suelos de chapa desmontables se fijarán a las vigas de apoyo con tornillos cabeza avellanada M6.

3.7 Peldaños y Rejilla metálica

La rejilla será de tipo plano, electrosoldada, con pletinas portantes de 30 x 3 mm y cuadradillo separador entregirado de lado 6 mm, con malla de seguridad de 8 x 8 mm. El espacio entre pletinas portantes será de 30 mm y 30 mm entre cuadradillos.

Los peldaños de rejilla tendrán un frontal de perfil antideslizante.

Las piezas de sujeción de la rejilla serán grapas. Se suministrará un 5% extra de tornillos, tuercas, etc. para cubrir pérdidas.

4.- DISEÑO, FABRICACIÓN EN TALLER Y DETALLES

La soldadura y detalles en taller se ajustarán a los siguientes requisitos, salvo que se especifique lo contrario en los planos de diseño o en los planos de despiece.

4.1 General

El espesor de los rigidizadores y de las cartelas será tal y como se muestra en los planos y/o en los detalles normalizados de uniones, con un mínimo de 10 mm.

Las orejetas para el montaje se diseñarán, suministrarán e instalarán en taller (si es posible), de modo que se eliminen o se reduzcan los elementos de ayuda de montajes temporales o auxiliares.

Las vigas y cerchas para las que no se haya detallado una contraflecha deberán ser fabricadas de modo que después del montaje cualquier deformación por laminado o fabricación en taller quede hacia arriba.

Se dejarán holguras suficientes para el montaje en obra.

Las uniones realizadas en taller serán soldadas y/o atornilladas; las uniones en obra serán soldadas y/o atornilladas.

Los detalles de la puesta a tierra se harán de conformidad con los planos.

4.2 Uniones soldadas

4.2.1 Condiciones generales.

Todas las uniones soldadas se diseñarán de acuerdo con el CTE-DB-SE-A y EAE-11 y las soldaduras estarán de acuerdo con los requisitos de la CTE-DB-SE-A y EAE-11. El proceso de soldadura cumplirá con los procedimientos de soldadura aprobados.

La soldadura en obra se realizarán donde así se indique en los planos.

4.2.2 Soldaduras a tope.

Las soldaduras a tope serán siempre continuas y de penetración completa, y se adoptarán cuantas medidas sean necesarias para evitar los cráteres de principio y fin de cordón. Cuando las uniones de este tipo se realicen entre dos piezas de distinta sección transversal y el espesor de una de ellas sea mayor que 1,25 veces el de la otra, el extremo de la que tenga mayor sección se achaflanará en todas las caras en que ello fuere necesario con una pendiente no superior a 1/4.

El achaflanado de la cara mayor se realizará mecanizado.

Se saneará la raíz antes de depositar el cordón de cierre, ó el primer cordón de la cara posterior.

Cuando el acceso por la cara posterior no sea posible se realizará la soldadura con chapa dorsal para conseguir una penetración completa.

En todas las soldaduras a tope, los cordones deberán prolongarse en los extremos, fuera de las piezas a soldar para lograr una longitud eficaz real.

4.2.3 Soldadura en ángulo



El espesor mínimo de garganta "a" para soldadura de sellado será de 3 mm.

Las soldaduras de resistencia serán de cordón continuo en ángulo. Para las soldaduras en ángulo, el espesor mínimo del cordón "a" será 4 mm, siendo "a" la dimensión de la garganta.

El espesor mínimo de los cordones de soldadura en ángulo también cumplirá con la CTE-DB-SE-A y EAE-11.

Para las placas de testa de las vigas en uniones de cortante puro, el espesor mínimo de garganta será de "a" = 0.35 X veces el espesor del alma, todo alrededor, salvo que el diseño de unión exija un cordón de soldadura mayor.

No se permitirá que las placas de testa vayan únicamente soldadas a las almas de las vigas y se utilizarán o bien rigidizadores o bien una unión a una de las alas de la viga.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 47 de 70</p>

Las cartelas, rigidizadores, etc. irán soldados a los respectivos miembros estructurales con cordón mínimo de soldadura de "a" = 0.5 x el espesor de la placa, todo alrededor, salvo que el diseño de la unión requiera un cordón de soldadura mayor.

Las placas base de pilares irán soldadas con cordón continuo en ángulo a los pilares; El espesor mínimo de soldadura alrededor del ala será de 0.25 x el espesor del ala y a lo largo del alma 0.25 x el espesor del alma, salvo que se especifique lo contrario en los planos.

En caso de placas base de gran espesor, éstas se calentarán antes de proceder a realizar la soldadura.

En los cordones discontinuos, la longitud eficaz de cada uno de los tramos no será inferior a cinco veces su espesor de garganta, ni a 40 mm. La distancia libre entre cada dos trozos consecutivos de cordón, no excederá de quince veces el espesor del elemento unido que lo tenga menor. En ningún caso la distancia excederá de 200 mm.

4.2.4 Homologación de los métodos operativos de soldeo

Antes de iniciarse la fabricación en taller, el Contratista realizará cuantas pruebas y ensayos sean necesarios para la cualificación de los distintos métodos de soldeo, manual con electrodos revestidos, automático por arco sumergido y bajo atmósfera protectora, a tope y en ángulo, etc., hasta determinar las características de soldeo, tensión, intensidad, velocidad de aportación, longitud de arco, etc.

Con cada grupo de características obtenidas, para cada uno de los métodos de soldeo se confeccionará una ficha de taller.

Se iniciará la fabricación ateniéndose a los métodos homologados.

4.2.5 Cualificación de los soldadores

Las soldaduras serán ejecutadas por Soldadores cualificados por cualquiera de las entidades clasificadoras oficialmente reconocidas. La inspección estará facultada para pedir en todo momento las pruebas de cualificación convenientes de acuerdo con las Normas UNE-EN 287-1:2004 o ISO9606, o las Normas AWS.

4.2.6 Elección de los electrodos

El Contratista elegirá el tipo y diámetro de los electrodos, de acuerdo con las características del material base y la posición de aportación.

Los electrodos deberán preservarse de la humedad y en especial los de revestimiento básico, los cuales deben de aplicarse completamente secos.

Los electrodos que se empleen deberán estar oficialmente clasificados y aprobados por entidad oficialmente reconocida.

Una vez realizada la selección de marca y fabricante se enviará al cliente para su aprobación. Esta información concretará las características del metal de aportación, así como del revestimiento, la tensión de corriente mínima del transformador en continua o alterna y su clasificación según la Norma UNE-EN ISO 2560.

Se pondrá especial cuidado en que los electrodos básicos no adquieran humedad del medio ambiente, para lo cual se almacenarán en un recinto cuya humedad ambiente sea inferior al 50% y la temperatura del almacén se mantenga 10° C superior a la de su entorno.

4.2.7 Secuencia de armado y soldeo

Antes de iniciar la fabricación, el Contratista estudiará la secuencia de armado y soldeo, siendo único responsable de las deformaciones, tensiones residuales, u otros defectos de soldadura, que por esta causa pudieran originarse.

4.2.8 Fabricación soldada

Las soldaduras de unión de elementos formados por dos o más perfiles, serán continuas en toda su longitud a menos que se indique otra cosa en los planos.

Los empalmes en taller de los distintos elementos que tengan la misma denominación (elementos de alas, elementos de alma, etc.) y que posteriormente deban formar parte de un conjunto, serán de penetración total, no debiendo estar dichos empalmes en una misma sección transversal del conjunto final, guardando una separación mínima de 50 cm.

En pilares armados y vigas carril, las soldaduras de uniones de chapas de alma y alas, así como los empalmes a tope de alas y almas, se ejecutarán con soldeo automático con arco sumergido. También se ejecutarán del mismo modo, todas las uniones posibles de rigidizadores.

Se realizarán por soldeo manual con electrodos revestidos las costuras difícilmente accesibles para las máquinas de soldeo automático. Las costuras realizadas con electrodos revestidos deben realizarse previa homologación de las mismas.

El levantamiento de uniones defectuosas y la toma de raíz se realizarán con procedimiento arco-aire ó buril automático, quedando excluido el empleo de amolado ó cualquier otro sistema.

No se cebará o probará el electrodo sobre el material de la estructura y se adoptarán los métodos de buena práctica, tales como chapas de prueba, para el cebado del arco.

Se evitará que los electrodos, varillas y fundentes, adquieran humedad del medio ambiente.

Los cantos y caras de las chapas a soldar se limpiarán cuidadosamente de óxidos y suciedad antes del soldeo.

No se realizará ninguna soldadura cuando la temperatura ambiente sea inferior a -5°C.

Con temperaturas entre -5°C y +5°C se precalentarán los bordes a soldar a 100°C.

Con temperatura ambiente por encima de +5°C se soldará sin precalentamiento para espesores iguales o inferiores a 25 mm, pero se pasará la llama neutra del soplete por los bordes a soldar para evitar la humedad.

Cuando se requiera más de una pasada para la ejecución de las costuras soldadas, la temperatura entre pasadas no será inferior a 100°C.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 48 de 70</p>

El control de las temperaturas se realizará con tizas termométricas admitiéndose una tolerancia de $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Las piezas que hayan de unirse con soldadura se presentarán y fijarán en su posición relativa mediante dispositivos adecuados que asegurarán, sin una coacción excesiva, la inmovilidad durante el proceso de soldadura y el enfriamiento subsiguiente.

El orden de ejecución de los cordones y la secuencia de la soldadura dentro de cada uno de ellos, y del conjunto, se elegirán con vistas a conseguir que, después de unidas las piezas, obtengan su forma y posición relativas sin un enderezado ó rectificando posterior.

Como norma general, primeramente se realizarán las uniones a tope y después las uniones en ángulo. Cuando hubieren de enviarse piezas a campo en 2 o más tramos, los cordones longitudinales de soldadura se ejecutarán en taller dejando 50 mm sin soldar a cada uno de los lados de la unión a realizar en campo. Si los cordones longitudinales se realizaran con más de una pasada de soldadura, se dejará un desfase de 50 mm entre cada una de ellas.

En campo, se realizarán primero los cordones transversales y seguidamente los cordones longitudinales. En las soldaduras a tope, se practicarán los chaflanes por la cara que tenga peor acceso para realizar el saneado. En una misma sección nunca coincidirán los finales de varios cordones. Los elementos provisionales que, por razones del montaje u otras, fuere necesario soldar a las barras de la estructura, se desguazarán posteriormente y únicamente con soplete, procurando no dañar a la estructura. Los restos de soldadura ejecutados para la finalización de aquellos elementos se eliminarán con ayuda de piedra esmeril, fresa ó lima.

Como fijación provisional se podrán utilizar puntos de soldadura depositados entre los bordes de las piezas a unir, y el número e importancia de éstos puntos se limitará al mínimo compatible con la inmovilización de las piezas. Podrán englobarse estos puntos en la soldadura definitiva siempre que no presenten fisuras, otros defectos, y hayan quedado perfectamente limpios de escoria.

No se fijarán las piezas a gálibos de armado con puntos de soldadura. Queda prohibido acelerar el enfriamiento de las soldaduras por medios artificiales. Se procurará que el depósito de los cordones de soldadura se efectúa en posición horizontal, y se preverán los dispositivos necesarios para poder voltear las piezas y orientarlas en la posición más conveniente para la ejecución de las distintas costuras, sin provocar en ellas sollicitaciones excesivas que puedan dañar la resistencia de las primeras capas depositadas.

En todas las costuras soldadas se asegurará la penetración completa incluso en la zona de raíz. En todas las soldaduras manuales a tope se levantará la raíz por el revés, recogiéndola, al menos, con un nuevo cordón de cierre. Cuando ello no sea posible porque la raíz sea inaccesible, se adoptarán y respetarán las medidas oportunas (Chapa dorsal) para conseguir un depósito de material sano en todo el espesor de la costura. A menos que se prevean los tratamientos térmicos adecuados no se permitirá la realización de soldaduras en las zonas en que el material haya sufrido una fuerte deformación en frío.

4.3 Uniones atornilladas

Las uniones atornilladas serán de tipo de fricción según el CTE-DB-SE-A y EAE-11. No debe omitirse el recubrimiento de las superficies de contacto. Los tornillos que sean instalados con los vástagos en vertical tendrán la cabeza hacia arriba.

En el momento del montaje en taller, las superficies de contacto deben estar libres de cualquier producto contaminante, tales como aceites, suciedad o pintura. Deben eliminarse las rebabas que imposibilitarían un asentamiento sólido de las partes a unir. El aceite debe eliminarse de la superficie del acero mediante el uso de limpiadores químicos y no mediante limpieza por soplete.

Si las superficies sin recubrir no se pueden armar directamente después de la preparación de las superficies en contacto, se las debe librar de todas las películas delgadas de óxido y cualquier otro material suelto, mediante cepillado con cepillo metálico. Se pondrá especial cuidado de no dañar ni pulir la superficie rugosa.

Cuando los tornillos se disponga en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo. Todos los tornillos serán de alta resistencia de Acero A 10.9, y su tamaño tal y como se muestra en los planos con sus correspondientes tuercas según CTE-DB-SE-A y EAE-11. Con cada tornillo se proveerán dos arandelas de acero templado y revenido.

Las uniones articuladas en las vigas tendrán dos angulares en cada extremo con un mínimo de 2 tornillos de M20 en cada lado. El espesor mínimo de los angulares será de 10 mm. Los planos ofrecerán las indicaciones pertinentes.

La espiga del tornillo debe salir de la rosca de la tuerca después del apriete y entre la superficie de apoyo de la tuerca y la parte no roscada de la espiga, además de la salida de la rosca, debe haber:

Cuatro filetes de rosca completos para tornillos pretensados.



Un filete de rosca completo par tonillos sin pretensar.

Se evitará la utilización de tornillos totalmente roscados.

4.4 Uniones de los arriostrados.

La distancia al borde para los tornillos en un elemento de arriostamiento será como mínimo de 1.22 veces el diámetro nominal del tornillo en la dirección de la fuerza.

Los arriostramientos en planos horizontales formados por un solo angular estarán conectados con un mínimo de dos tornillos M16 a cada extremo o a transferir una fuerza última en la unión de $0.75 \times \text{área bruta del arriostrado} \times \text{límite elástico}$.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 49 de 70

Los arriostramientos formados por un solo angular en plano vertical estarán conectados con un mínimo de 2 tornillos M20 a cada extremo o a transferir una fuerza última en la unión de $0.75 \times \text{área bruta del arriostrado} \times \text{límite elástico}$. El arriostramiento diseñado a partir de perfiles en doble T y tubos estructurales estará conectado con un mínimo de 4 tornillos M20 a cada extremo o a transferir una fuerza última en la unión, como mínimo, de $0.75 \times \text{área bruta del arriostrado} \times \text{límite elástico}$, a menos que se especifique lo contrario en los planos. Los elementos de arriostramiento de doble ángulo estarán conectados de modo que puedan funcionar como una sección compuesta.

4.5 Empalmes

Los empalmes de pilares serán como se detalle en los planos salvo que la Dirección Facultativa apruebe lo contrario.

No se empalmarán las vigas salvo que exista una autorización escrita previa.

4.6 Acabado

Las uniones que dependan de presiones de contacto (excepto placas base) tendrán las superficies preparadas mediante mecanizado, corte o cualquier otro medio adecuado para obtener el acabado de superficies que se especifica en este apartado.

Los pilares tendrán apoyo total en empalmes y placas de testa y tendrán el acabado indicado en este apartado.

Todas las superficies indicadas en los planos como "acabadas" y todas las superficies de uniones que dependan de presiones de contacto estarán acabadas con una desviación de media aritmética máxima 12.5 micras según Recomendación ISO R468 o una altura de rugosidad máxima 500 micro pulgadas según ANSI B 46.1.

Puede utilizarse cualquier técnica de fabricación, tal como corte, mecanizado, etc., que produzca los acabados indicados en el párrafo anterior.

4.7 Preparación y Tratamiento de Superficies

El tipo de capa de protección se indicará en los planos.

Todas las estructuras de acero, incluidas las chapas de piso, excepto los elementos galvanizados, se limpiarán, prepararán y pintarán de acuerdo con la especificación aplicable.

Los elementos galvanizados se tratarán tal y como se indica en la especificación aplicable.

Antes de la imprimación, se eliminarán las esquinas afiladas, las rebabas, (incluidas las rebabas de taladros), las salpicaduras de las soldaduras, la escoria de la soldadura y cualquier otra materia extraña.

Después de aplicar cualquier sistema de protección, todos los elementos compuestos, perfiles y piezas de acero cumplirán las tolerancias de dimensión descritas en esta especificación.

4.8 Marcado de Piezas

El sistema de marcado de elementos deberá ser sometido a aprobación.

Todas las marcas de montaje estarán precedidas por el número de contrato.

Las marcas de montaje se corresponderán con las de los planos de montaje.

4.9 Planos de Taller y Montaje

Los planos de taller estarán de acuerdo con los requisitos del contrato.

Sólo se aceptarán para uso como planos de montaje las copias duplicadas de planos del proyecto si consta una aprobación escrita. En estos casos, se reemplazará el cajetín original por el cajetín del fabricante.

La documentación de fabricación, elaborada por el taller, deberá ser revisada y aprobada por la Dirección Facultativa. La documentación constará de como mínimo de los documentos señalados en el punto 12.4.1 del CTE-DB-SE-A y en la EAE-11.

Se suministrarán listas de tornillos y hojas de resumen indicando las cantidades requeridas, tamaños, longitudes, sujeciones y los elementos que conectan. Aquellos tornillos que se utilicen temporalmente para el montaje aparecerán en una lista separada.

Todas las marcas de montaje y el atornillado estarán claramente indicados en los planos de montaje. Se mencionará el número, tamaño y longitud de los tornillos para cada unión.

Todos los planos de montaje irán acompañados de las listas correspondientes de tornillos para la obra.

En todos los planos los símbolos de soldadura estarán de acuerdo con los símbolos de soldadura que aparecen en las notas generales del proyecto.

4.10 Revisión de Planos y Cálculos

Todos los planos de taller y montaje se presentarán a revisión y su comprobación deberá ser fácil de realizar. Se presentará cada paquete de planos de taller, incluido el plano aplicable de montaje, de tal forma que este paquete sólo cubra un elemento (ej. estructura, rack de tuberías, pequeño edificio, muro, plataforma, escalera, etc.)

Los cálculos del diseño de uniones de elementos, etc., también se presentarán a revisión. Los cálculos se presentarán antes o junto con los planos pertinentes.

Sólo se aceptarán para revisión los planos finalizados y comprobados y los cálculos detallados.



"Revisión" debe interpretarse sólo como aceptación de los métodos y requisitos generales y no implica la verificación de cantidades, dimensiones o diseños del fabricante.

Sólo se aceptarán para revisión las listas de materiales completas y comprobadas.

La fabricación no comenzará nunca antes de que se revisen y aprueben los cálculos y planos aplicables.

4.11 Sustituciones

Las propuestas, por escrito, para la sustitución de elementos de acero en lugar de los especificados podrán presentarse a consideración, sólo en el caso de que no se pueda disponer de los elementos especificados. No se

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 50 de 70

permitirán las sustituciones de tamaños de elementos o cambios de detalles, dimensiones o empalmes en taller, sin una autorización previa por escrito.

5.- CONTROL DE CALIDAD

5.1 Tolerancias dimensionales.

Las Tolerancias dimensionales cumplirán los requisitos mencionados en CTE-DB-SE-A y la EAE-11.

Los elementos sometidos a compresión no se desplomarán más de 1/1000 de la longitud axial (entre los puntos que están apoyados lateralmente).

Los elementos finalizados estarán libres de deformaciones, curvaturas y uniones abiertas. Las deformaciones o curvaturas pronunciadas serán causa de rechazo.

El fabricante se responsabilizará del control de calidad de la soldadura. La necesidad de realizar ensayos no destructivos, se especificará en los códigos españoles y/o en los planos. Los ensayos cumplirán las normas UNE aplicables.

La inspección de uniones soldadas se realizará sobre piezas completamente terminadas y enderezadas.

5.2 Ensayos no destructivos.

La inspección final por ensayos no destructivos, debe realizarse después de 16 horas de su ejecución (40 horas en el caso de soldaduras a tope en espesores mayores de 40mm.), y antes de que pueda resultar inaccesible.

Se debe realizar siempre una inspección visual sobre toda la longitud de todas las soldaduras, en las que, al menos, se comprobará la presencia y situación de las mismas, el tamaño y posición, se inspeccionarán las superficies y formas, se detectarán defectos superficiales y salpicaduras.

5.2.1 Ultrasonidos

Se inspeccionará por este método las siguientes uniones:

A la recepción de materiales, el 10% de las chapas de espesor ó menor de 30 mm, el 20% de las chapas de espesor superior y el 100% de las destinadas a vigas carril, según UNE 7278.

Uniones ala superior-alma en vigas carriles.

Uniones ala inferior-alma en apoyos de vigas carriles.

Soldaduras en T interpenetradas

Un mínimo del 5% de las soldaduras con penetración total si así lo requiere el Inspector o la Dirección Facultativa.

A juicio del Inspector ó de la Dirección Facultativa, soldaduras sobre elementos de fuerte espesor.

El control se realizará según UNE 1714.

5.3 Inspección visual

Se inspeccionarán visualmente las uniones soldadas comprobando gargantas de cordones y defectos superficiales con el criterio siguiente:

Uniones a penetración total 100 %

Uniones de penetración parcial 50 %

Uniones en ángulo 25 %

5.4 Inspección por líquidos penetrantes y partículas magnéticas.

Se realizarán según UNE 14612 y 14610, sobre las soldaduras en que se encontrasen defectos difíciles de definir y según ordenare la Dirección Facultativa o Inspector.

Cuando la inspección se realice por partículas magnéticas bajo el requerimiento del Inspector o de la Dirección Facultativa esta no será inferior a 5% del número total de las uniones de penetración parcial y uniones en ángulo.

5.5 Aceptación de uniones soldadas

Las tolerancias máximas admisibles en las costuras soldadas serán:

-Sobreespesor de cordón: Costuras a tope 3 mm.

-Sobreespesor de cordón: Costuras en ángulo 1,5 mm.

-Mordeduras: En cordones a tope la profundidad máxima serán de 0,5 mm y la longitud máxima será de 5 cm con una distancia mínima entre bordes de defectos de 25 cm. En cordones en ángulo la profundidad máxima será de 0,8 mm y la longitud máxima de 10 cm, con una distancia mínima entre bordes de defectos de 50 cm.

-Desbordamientos: no se admitirán defectos de desbordamientos.

5.6 Suministro y Envío.

Las estructuras de aceros se entregarán en la Obra en partes tan grandes como sea práctico y de acuerdo con el plan de entrega acordado.



Cada suministro de acero incluirá la cantidad requerida de tornillos, tuercas y arandelas para el montaje, que serán transportados en contenedores claramente marcados. Los tornillos, tuercas y arandelas se transportarán juntos. La cantidad de estos elementos incluirá un 5% extra por tamaño y longitud para cubrir las necesidades de montaje.

Los planos de montaje, las listas de tornillos y de transporte se enviarán por correo a la Dirección Facultativa bajo una cubierta distinta para cada elemento. Se enviará un lote completo en obra con cada entrega de acero.

Los materiales se cargarán y se instalarán en palés para que puedan ser fácilmente descargados. Se protegerá el acero y la pintura de daños causados por movimientos durante el transporte.

Las piezas pequeñas estarán unidas con bandas de acero para evitar cualquier daño durante el transporte y para facilitar la descarga.

Los cargamentos no contendrán materiales de más de un contrato.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 51 de 70

Los elementos de acero se transportarán en lotes, ej. los pilares se transportarán junto con las vigas de unión y arriostramientos. Los tornillos, piezas de sujeción, etc. se transportarán junto con los elementos a los que deben ser conectados.

Las listas finales de materiales con las hojas de resumen se presentarán tan pronto como estén disponibles, y al menos 4 semanas antes de la entrega de las estructuras de acero.

MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO

1.- GENERAL

Este pliego técnico de condiciones particulares recoge los requisitos para el montaje de acero estructural, para el proyecto.

El montaje estará de acuerdo con el plan aprobado de montaje, los planos del diseño, los planos de montaje y este pliego.

2.- ALCANCE

Este pliego técnico de condiciones particulares recoge los requisitos para los materiales y el montaje de acero estructural, incluyendo plataformas, escaleras e incluyendo tornillos, tuercas, arandelas y conectores para todas las estructuras.

Están incluidos en el alcance de este pliego de condiciones particulares los requisitos para los materiales y el montaje de paneles de chapa para forjados compuestos y los remates del mismo, en pisos de hormigón y tejados.

3.- ESPECIFICACIONES, CÓDIGOS Y NORMAS DE REFERENCIA

Los códigos y normas a los que se hace referencia en esta sección completan este pliego de condiciones particulares:

-CTE-DB-SE-A Código Técnico de la Edificación. Estructuras de acero.

-Normas UNE.

-Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo.

Todos los códigos, reglamentaciones, normas UNE y demás normas que se mencionan y/o refieren en los códigos anteriormente mencionados también completan este pliego.

Para aquellos códigos y normas que no se indique la fecha de publicación se aplicará la última versión publicada.

En caso de discrepancia entre las referencias, códigos y normas y las cláusulas de este pliego, se pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa para su aclaración.

4.- MATERIALES

Los electrodos para soldadura cumplirán con CTE-DB-SE-A, EAE-11 y UNE EN ISO 14555:2008

Los electrodos serán compatibles con los procesos de soldadura seleccionados.

Un conjunto de elementos de alta resistencia consistirá en un tornillo de cabeza hexagonal, tuerca hexagonal y arandela plana bajo el elemento que va a girar.

Se colocarán arandelas biseladas en perfiles con alas en pendiente.

Todos los tornillos u otras fijaciones utilizadas para sujetar vigas carril, o utilizadas entre vigas carril y estructuras soporte, estarán bloqueadas para prevenir el aflojado debido al funcionamiento de los dispositivos de elevación.

Los dispositivos de fijación de los paneles de chapa para forjados compuestos a la estructura soporte, estarán sujetos a aprobación.

El mortero será sin retracción y tendrá una resistencia mínima a compresión de 60N/mm² a los 28 días, del tipo Masterflow 928 de BASF o similar.

El mortero sin retracción utilizado en equipos con cargas dinámicas, tendrá una resistencia mínima a compresión de 90 60N/mm² a los 28 días, del tipo Masterflow 952 de BASF o similar.

5.- MONTAJE Y ALINEACIÓN

El montaje cumplirá con el código CTE-DB-SE-A y la EAE-11.

Antes de proceder al montaje el contratista elaborará una documentación de montaje, que deberá ser revisada y aprobada.

La localización y elevación de los tornillos de anclaje se comprobará antes de comenzar el montaje de la estructura de acero. Si la localización de los tornillos de anclaje no está de acuerdo con los planos y/o causa problemas de montaje, el montador notificará esto inmediatamente.



Toda la estructura de acero se instalará en posición correcta, nivelada y aplomada, con placas-base uniformemente apoyadas. Las tolerancias de ejecución para los elementos individuales y el conjunto de la edificación no excederán de lo indicado en el punto 11.2 del CTE-DB-SE-A y de lo indicado en la EAE-11. Las columnas se instalarán con precisiones en posición, cuidadosamente niveladas y seguramente soportadas sobre forros antes de aplicar el mortero.

El máximo desplazamiento horizontal para columnas de altura superior a 25 m no excederá 25 mm.

En los tornillos de anclaje se realizará un apretado inicial después que la primera alineación esté aplomada y sea aplicado el mortero bajo la placa base.

Después que el mortero ha fraguado al menos 7 días, los tornillos de anclaje serán apretados totalmente, requiriéndose el esfuerzo total de un hombre usando una llave fija.

Previamente al apretado de cualquier tornillo, primero habrá suficientes tornillos apretados inicialmente para asegurar que las superficies de la unión están en buen contacto.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 52 de 70</p>

El apretado inicial se define como el apretado obtenido por unos pocos impactos de una llave de impacto o el esfuerzo total de un hombre usando una llave fija.
 Todos los tornillos serán de alta resistencia de Acero de clase 10.9, y su tamaño tal y como se muestra en los planos con sus correspondientes tuercas según CTE-DB-SE-A y EAE-11.

Se colocarán siempre arandela bajo la cabeza y bajo la tuerca. Las arandelas tendrán bisel cónico en bordes externo ó interno de la cara en contacto con la cabeza ó con la tuerca.

Las tuercas se apretarán mediante llaves taradas que midan el momento torsor aplicado.

El par de apriete requerido para tornillos de alta resistencia para calidad 10.9 se indica en la siguiente tabla:

Tornillos	Par de apriete
M12	11.9 kg.m
M16	29.8 kg.m
M20	58.4 kg.m
M22	80.7 kg.m
M24	101.0 kg.m
M27	149.0 kg.m

Con objeto de alcanzar un pretensado uniforme, el apriete se realizará progresivamente desde los tornillos centrales hasta los bordes y posteriormente se realizarán ciclos adicionales de apriete. No se utilizarán lubricantes entre las tuercas y tornillos o entre arandelas y el componente que gira.

Si un tornillo, tuerca y arandela se ha apretado hasta el pretensado mínimo y luego aflojado, debe ser retirado y descartar su utilización.

Se comprobará el 10% de los tornillos, aplicando de nuevo una llave dinamométrica capaz de dar un precisión del 5%. Si cualquier tuerca o tornillo gira 15° por aplicación del par de inspección, se ensayarán todos los tornillos del grupo.

Se suministrarán e instalarán arriostramientos provisionales tanto como sea necesario para asegurar la correcta alineación y proporcionar la completa seguridad de materiales, propiedad y personas. Se instalarán tensores provisionales cuando sea necesario para obtener ajustes precisos.

Los arriostramientos provisionales tendrán que ser adecuados para soportar todas las cargas a las cuales pueda estar sujeta la estructura, incluyendo las cargas de viento y aquellas debidas al montaje de los equipos.

A medida que el trabajo progresa, los elementos serán fijados mediante el apretado de los tornillos o sujetados suficientemente para soportar todos los pesos propios, cargas de nieve, cargas de viento, montaje y otras cargas que soporte la estructura hasta que puedan realizarse las uniones permanentes.

Donde pueda aplicarse, escaleras, suelos y barandillas se fijarán progresivamente a medida que se monta la estructura, para facilitar el acceso y mantener la seguridad.

6.- ARRIOSTRAMIENTOS

Debe asegurarse la estabilidad de la estructura durante la fase de montaje.

Los arriostramientos indicados en los planos han sido diseñados para proporcionar una estructura estable al final del montaje. A medida que se monta cada nivel, los arriostrados permanentes se instalarán en conjunto con los pórticos a ese nivel para mejorar la estabilidad de esa parte de la estructura.

Todos los arriostramientos o vientos que se precisen para soportar cualquier carga que se produzca durante el proceso de montaje se diseñarán, suministrará e instalará, en consecuencia con la secuencia/método de montaje utilizado o necesario al final de cualquier periodo de trabajo, para asegurar la seguridad y estabilidad durante el montaje.

La secuencia del método de montaje y los arriostramientos provisionales se revisarán con antelación.

7.- SOLDADURA EN CAMPO

La soldadura en campo solo se permitirá si así se indica en los planos de montaje, a menos que se obtenga previamente un permiso por escrito.

Todas las soldaduras estarán de acuerdo con el CTE-DB-SE-A y la EAE-11.

El galvanizado o pintura que sea dañado durante la ejecución de soldaduras en campo será reparado conforme a lo indicado en las especificaciones aplicables.

8.- RELLENO DE MORTERO PARA PLACAS BASE

El nivelado de las placas base se realizará para asegurar la apropiada elevación y alineación de las columnas de acero.

El relleno de mortero se realizará tan pronto como sea posible después de que las columnas estén aplomadas y antes de que sean aplicadas cargas axiales o momentos a la placa base.



9.- INSTALACIÓN DEL ENTRAMADO METÁLICO

Las piezas de sujeción del entramado metálico serán grapas de acuerdo con los planos. Se utilizarán dos grapas por panel en cada apoyo con un mínimo de cuatro por panel o cuatro por cada metro cuadrado.

Los paneles de entramado metálico serán desmontables a menos que se especifique otra cosa en los planos.

Todos los huecos en el entramado metálico, sin dimensiones según plano serán realizados en obra y estarán provistos del rodapié correspondiente. Las reparaciones del galvanizado y pintura se ajustarán a lo prescrito por el artículo 13.0 de esta especificación.

10.- INSTALACIÓN DE SUELOS DE CHAPA

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 53 de 70</p>

Las chapas de piso se unirán a los elementos de soportado por soldadura en ángulo discontinua, soldadura por puntos y/o tornillos, tal y como se indica en los planos de montaje.
Previamente a la soldadura, las áreas a soldar serán limpiadas apropiadamente.
Todos los huecos en las chapas de piso, sin dimensiones según plano, serán realizados en obra y estarán provistos del rodapié correspondiente. Las reparaciones del galvanizado y pintura se ajustarán a lo prescrito por el artículo 13.0 de esta especificación.

11.- INSTALACIÓN DE PANELES DE CHAPA PARA FORJADOS COMPUESTOS

Los paneles de chapa para forjados compuestos se instalarán tal y como se indique en los planos.
Los paneles llevarán incorporadas embuticiones, el montaje de los paneles se realizará de tal forma que las embuticiones queden hacia arriba, en contacto con el hormigón.
Los paneles de chapa para forjados compuestos se fijarán sobre todas las vigas soporte conforme a lo indicado en las especificaciones del suministrador.
Los paneles solapados se fijarán longitudinalmente mediante remaches, con un mínimo de 3 cada metro. El solape será de al menos una fila completa de embuticiones.
Los remates para los bordes estarán atornillados a la estructura de acero.
Las aberturas en los pisos que no estén dimensionadas en los planos se realizarán en obra y se rematarán de acuerdo con los detalles típicos indicados en los planos. La reparación de la pintura o del galvanizado se realizará de acuerdo con lo prescrito en el artículo 13.0 de esta especificación.
Para asegurar la estanqueidad durante el fraguado del hormigón se utilizarán piezas de relleno.
Los empalmes en los remates se sellarán con Thiokol.

12.- MODIFICACIONES EN CAMPO

Incluido como operación normal de montaje, serán las modificaciones en campo debidas a falta de ajuste o encaje mediante corte, esmerilado o fresado, y el guiado de elementos mediante el uso de punzones.
Los errores que no puedan corregirse según lo indicado anteriormente serán tratados como se indica en el párrafo siguiente.
Cualquier variación del acero estructural con respecto a los planos de diseño y/o a los planos de montaje será notificada a la dirección de obra, indiferentemente del origen del acero estructural. También, cualquier error que impida el montaje apropiado de la estructura será notificado a la dirección de obra, para recibir instrucciones con respecto a la corrección del error.
Las variaciones/errores serán corregidas de modo técnico aceptable, eficientemente y de forma económica, siempre sujeto a una aprobación previa.
Los cambios en la estructura de acero fabricada y/o montada serán realizados, como sea indicado por la Dirección Faultativa y de acuerdo con esta especificación y la especificación "Fabricación de estructuras de acero".
Debe mantenerse un registro de todas las diferencias entre la instalación "AS-BUILT" y los planos emitidos para construcción.

13.- RETOQUES

Toda la protección galvanizada o pintada de la estructura de acero o el entramado metálico dañada durante el transporte o montaje, será retocada después de que se finalice el montaje conforme a las especificaciones aplicables del proyecto.

14.- OXICORTE

La fabricación o corrección en obra mediante oxicorte no será permitida sin una autorización previa.

MEDICIÓN Y ABONO DE ESTRUCTURAS DE ACERO

1.- GENERAL

Las mediciones se realizarán sobre los planos elaborados por el Contratista y aprobados por la Dirección Facultativa.

2.- ESTRUCTURAS

Los diferentes elementos de estructura se medirán y abonarán según su tipo y características y salvo indicaciones contrarias se hará de acuerdo con lo siguiente:

- Perfiles, soportes, escaleras, escalas, pescantes – por peso en kg.

Abonable de la siguiente forma:

- 25% a la aprobación de planos del vendedor y acopio de material
- 30% a la fabricación, pintura y entrega en obra
- 45% al terminar el montaje en obra

- Barandillas – por metro lineal.



Abonable de la siguiente forma:

- 50% al acopio, prefabricación, pintura y entrega en obra
- 50% al terminar el montaje

Rejillas, chapas lagrimadas – por metro cuadrado.

Abonable 100% a la terminación de su montaje

- Peldaños – por unidades.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 54 de 70</p>

Abonable 100% a la terminación de su montaje

Las mediciones se realizarán de la siguiente manera:

- Se medirá el material montado, sobre los planos elaborados por el contratista, determinando los pesos de los elementos según se indique en catálogos reconocidos y aprobados por la Propiedad. Caso de no figurar algún elemento en los catálogos se consensuará con la Propiedad la forma de definir dichas mediciones. En este peso se incluirán todos los elementos metálicos que componen la estructura, incluyendo cartelas y refuerzos.
- No se admitirá ningún incremento al peso determinado de acuerdo con el punto anterior en concepto de exceso de laminación, despuntes, soldadura, pletinas adicionales requeridas para facilitar fabricación o montaje, etc.
- No se admitirá el peso sobre báscula para determinar la medición.
- No se admitirá ningún incremento al peso en concepto de tornillería, tuercas y arandelas para estructuras atornilladas ni por grapa o clavos tipo Hilti de fijación de rejilla. Por el mismo concepto no se disminuirá el peso en concepto de agujeros para tornillería en estructuras atornilladas.

Cuando el Contratista tenga en su alcance el montaje de estructuras prefabricadas por otros deberá considerar incluidos en sus precios unitarios del montaje, la recepción, descarga, clasificación, almacenaje, carga y transporte desde el lugar de almacenamiento y montaje del material prefabricado por otros y suministrados por la Propiedad.

3.- SOPORTES ESTRUCTURALES

Se consideran soportes estructurales todos aquellos elementos metálicos numerados con TAG cuyo peso (considerando las distintas piezas que lo compongan) sea menor de 150 kg, y sean utilizados para soportar tubería o equipos. Estos soportes se medirán por peso en kg. Su abono se realizará de la siguiente forma:

50% a la entrega en obra del material prefabricado, chorreado e imprimado

40% al montaje

10% a la aplicación de la pintura intermedia y de acabado

Todos los soportes metálicos cuyo peso supere los 150 kg se abonarán a los precios de prefabricación y montaje de estructura.

4.- COSTES DE INSPECCIÓN

Los precios unitarios de prefabricación y montaje del Contrato incluirán los costes de inspección.

Cuando la Dirección Facultativa decida realizar inspecciones no previstas en el Contrato, el coste de estas últimas correrá por cuenta de la Propiedad y su importe será liquidado de acuerdo con los precios auxiliares incluidos en el Contrato. En el caso de que alguna de estas inspecciones adicionales mostrase defecto de la soldadura el coste de la inspección será por cuenta del Contratista.

El coste de las inspecciones complementarias, que como consecuencia de un defecto observado deben realizarse, correrá en cualquier caso por cuenta del Contratista tanto si se trata de las previstas en el Contrato como de las que se hagan de acuerdo con el punto anterior.

El coste de las inspecciones de soldaduras reparadas correrá siempre por cuenta del Contratista.

SOLDEO

1.- GENERAL

Los procesos de soldeo están clasificados como procesos especiales, debido a las dificultades que presentan durante la verificación de las propiedades de los materiales a soldar, del metal de soldadura y de la zona afectada térmicamente (sin ensayarse destructivamente), por lo que es requerido que estos procesos se lleven a cabo por personal cualificado o bien una supervisión y control continuo de los parámetros del proceso, para asegurar la conformidad del producto con los requisitos específicos.

Esta especificación cubre los procedimientos de soldeo por fusión con arco eléctrico y protección gaseosa o mediante fundente, por ser los más utilizados en construcción metálica.

2.- ESPECIFICACIONES, CÓDIGOS Y NORMAS DE REFERENCIA

Los códigos y normas a los que se hace referencia en esta sección completan este pliego de condiciones particulares:

-CTE-DB-SE-A Código Técnico de la Edificación. Estructuras de Acero.

-EAE-11. Instrucción de acero estructural.

-EN 287. Cualificación de soldadores.

-EN 1011. Recomendaciones para el soldeo de materiales metálicos.

-EN 1418. Personal de soldadura.

-ISO 3834. Requisitos de calidad para el soldeo por fusión de materiales metálicos.

-ISO 4063. Soldero y técnicas afines.

-ISO 5817. Niveles de calidad para las imperfecciones.



-ISO 9692. Preparación de uniones.

-EN 970. Examen no destructivo de soldaduras por fusión. Examen visual.

-EN 1290. Examen no destructivo de uniones soldadas. Examen de uniones soldadas mediante partículas magnéticas

-EN 1435. Ensayo no destructivo de soldaduras. Ensayo radiográfico de uniones soldadas

-EN 1714. Ensayo no destructivo de soldaduras. Ensayo ultrasónico de uniones soldadas.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 55 de 70

Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo.

Todos los códigos, reglamentaciones, normas UNE y demás normas que se mencionan y/o refieren en los códigos anteriormente mencionados también completan este pliego.

Para aquellos códigos y normas que no se indique la fecha de publicación se aplicará la última versión publicada.

En caso de discrepancia entre las referencias, códigos y normas y las cláusulas de este pliego, se pondrá en conocimiento de la Dirección de Obra para su aclaración.

3. CONSTRUCCIONES SOLDADAS

3.1 General

Las construcciones soldadas serán realizadas de acuerdo a los requerimientos descritos en UNE-EN-ISO 3834.

3.2 Requisitos generales

Las construcciones metálicas se clasificarán en cuatro clases (A-D). En cada clase se seguirán los requisitos siguientes:

3.2.1 Clase A.

Rango de aplicación:

- Materiales: aceros no aleados con resistencia hasta S275.
- Productos de espesores $\leq 16\text{mm}$. Placas de anclaje de pie y cabeza $\leq 30\text{ mm}$.
- Procesos de soldeo: Manual y semiautomático.
- Elementos sometidos a cargas predominantemente estáticas con uniones simples (ej: Refuerzos de perfiles laminados con placas de cabeza y pié, escaleras hasta 5m. de longitud en construcción de viviendas).

Requisitos:

- Soldadores cualificados según EN 287 con certificado en vigor. El rango de aplicación de la cualificación debe cubrir totalmente las tareas del soldador.
- Requisitos elementales de calidad según ISO 3834-4.

3.2.2 Clase B.

Rango de aplicación:

- Materiales: aceros no aleados con resistencia hasta S275.
- Productos de espesores $\leq 22\text{mm}$. Placas de anclaje de pie y cabeza $\leq 30\text{ mm}$.
- Procesos de soldeo: Manual y semiautomático.
- Elementos de la clase A y los sometidos a cargas predominantemente estáticas:
- Vigas de alma llena y estructuras reticuladas hasta 20m de luz. Soportes articulados o construcción de pórticos de un solo piso.
- Mástiles y construcción de soportes de hasta 20m de altura.
- Contenedores y silos de chapas con espesores $\leq 8\text{mm}$.
- Escaleras y plataformas con carga de uso $\leq 5\text{KN/m}^2$.
- Otras construcciones metálicas similares en forma y dimensiones.

Requisitos:

- Soldadores cualificados según EN 287 con certificado en vigor. El rango de aplicación de la cualificación debe cubrir totalmente las tareas del soldador.
- Requisitos estándar de calidad según ISO 3834-3.
- El fabricante contará, como mínimo, con un coordinador de soldadura permanentemente empleado por la empresa como responsable de los trabajos de soldeo.

3.2.3 Clase C.

Rango de aplicación:

- Todos los materiales utilizables en construcción de acuerdo a las normativas en vigor.
- Procesos de soldeo: Manual y semiautomático, mecanizado y automático.
- Todas las construcciones metálicas sometidas a cargas predominantemente estáticas.

Requisitos:

- Soldadores y operadores cualificados según EN 287 y EN 1418 con certificado en vigor. El rango de aplicación de la cualificación debe cubrir totalmente las tareas del soldador.
- Requisitos estándar de calidad según ISO 3834-3.
- El fabricante contará, como mínimo, con un coordinador de soldadura permanentemente empleado por la empresa como responsable de los trabajos de soldeo.



3.2.4 Clase D.

Rango de aplicación:

- Todos los materiales utilizables en construcción de acuerdo a las normativas en vigor.
- Procesos de soldeo: Manual y semiautomático, mecanizado y automático.
- Todas las construcciones metálicas de las clases anteriores y las sometidas a cargas predominantemente dinámicas.

Requisitos:

- Soldadores y operadores cualificados según EN 287 y EN 1418 con certificado en vigor. El rango de aplicación de la cualificación debe cubrir totalmente las tareas del soldador.
- Requisitos completos de calidad según ISO 3834-2.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 56 de 70

-El fabricante contará, como mínimo, con un coordinador de soldadura permanentemente empleado por la empresa como responsable de los trabajos de soldeo.

4.- PLAN DE SOLDEO

Un plan de soldeo puede ser requerido como parte de la planificación de la producción y dispondrá del siguiente contenido:

- Especificación del proceso de soldadura incluyendo consumibles, precalentamiento, temperatura entre pasadas y tratamiento térmico post-soldo.
- Medidas tomadas para evitar la distorsión de las piezas durante y después del soldeo.
- Secuencia de soldeo, incluyendo cualquier restricción o localizaciones aceptables para el comienzo y parada. Para elaborar la secuencia de soldeo, siempre que sea factible, se seguirán las siguientes recomendaciones: Aportar la menor cantidad de calor y la menor cantidad de soldadura posible, excepto en materiales frágiles. Soldar en último lugar los cordones que producen la rigidización de las partes a unir. Soldar simétricamente del centro hacia afuera excepto en procedimientos mecanizados. Soldar primero las uniones a tope, luego las uniones en ángulo. Soldar primero las uniones cortas. Soldar primero las uniones sometidas a tracción. En empalmes a tope de vigas soldar primero las alas.
- Requisitos para inspecciones intermedias.
- Descripción de parámetros empleados en el proceso de soldeo.

5.- CUALIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS Y DEL PERSONAL DE SOLDEO

Todas las soldaduras serán ejecutadas por procedimientos cualificados usando una especificación de procedimiento de soldeo (WPS). La validación del procedimiento de soldadura se realizará de acuerdo a las normativas aplicables. Para procedimientos de soldadura cualificados, que no hayan sido usados durante un periodo entre uno y tres años, será necesario realizar ensayos adicionales para aceros de grado superior a S355. Estos ensayos incluirán inspección visual, inspección por ultrasonidos o radiográfica (salvo para cordones en ángulo), detección de imperfecciones por partículas magnéticas y ensayos de dureza.

Para procedimientos de soldadura cualificados, que no hayan sido usados durante un periodo superior a tres años, será necesario inspeccionar al menos una probeta realizada en producción para aceros hasta grado S355 y realizar nuevos ensayos de procedimiento de soldadura para aceros de grado superior a S355.

Los soldadores estarán cualificados de acuerdo a EN 287 y los operarios de soldeo de acuerdo con EN 1418.

6.- EJECUCIÓN

6.1 Preparación de la unión

La preparación de los bordes de las piezas a soldar será adecuada al proceso de soldeo. Los detalles de preparación de bordes estarán de acuerdo con ISO 9692 u otra normativa de reconocido prestigio. Las tolerancias permitidas en la preparación de bordes estarán incluidas en los WPS.

Los bordes estarán libres de grietas visibles. Para aceros de calidad superior a S460 las superficies se verificarán por inspección visual, líquidos penetrantes o partículas magnéticas. Todas las grietas serán eliminadas por amolado. Si grandes defectos o entallas son corregidos mediante soldaduras será necesario utilizar un procedimiento de soldadura cualificado.

6.2 Consumibles

Los consumibles utilizados en los procesos de soldeo serán almacenados, manipulados y utilizados según las instrucciones del fabricante.

En el caso de electrodos o fluxes que deban protegerse de la humedad, los niveles de temperatura y tiempos requeridos por el fabricante serán estrictamente seguidos. Si no se dispone de información se seguirá lo indicado en la siguiente tabla.

	Temperatura (°C)	Tiempo
Secado	300-400	2-4
Almacenaje en horno	≥ 150	Hasta comenzar el soldeo
Almacenaje en estufa portátil	≥ 100	Durante el soldeo

Los consumibles que no hayan utilizados al finalizar los trabajos de soldadura serán nuevamente secados hasta un máximo de dos veces.

Todos los consumibles que muestren señales de deterioro serán rechazados.

6.3 Protección



Tanto la soldadura como el área de trabajo estarán adecuadamente protegidas contra los efectos del viento, lluvia y nieve.

Las superficies a ser soldadas se mantendrán secas y libres de condensación. Uniones con aceros de calidad superior a S355 serán precalentados si la temperatura del material está por debajo de 5°C.

6.4 Montaje

Las piezas a soldar serán alineadas y posicionadas mediante punteado o con la ayuda de elementos externos, de manera que la soldadura sea fácilmente accesible y visible para el soldador.

No se realizarán soldaduras adicionales a las especificadas.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 57 de 70

Para construcciones de clase B, C o D, las soldaduras de punteo utilizadas en el ensamblaje serán realizadas mediante procedimientos debidamente cualificados. La longitud será mayor que el menor valor entre 50mm. o cuatro veces el mayor espesor de las piezas a unir.

Todos los cordones de punteo no incorporados a los cordones finales serán eliminados.

6.5 Cordones en ángulo

Los cordones en ángulo no tendrán dimensiones más pequeñas que las especificadas en el procedimiento de soldadura.

Si la holgura (h) entre las piezas excede de los límites de imperfección admisibles, puede ser compensado con un incremento del espesor de garganta igual a 0.7h.

En el soldeo de chapas de pequeño espesor los cordones serán prolongados en los extremos alrededor de las esquinas una longitud no menor a dos veces el pie del cordón a menos que resulte irrealizable. La longitud mínima será de cuatro veces el pie del cordón.

Si el extremo de una pieza de pequeño espesor es unido únicamente mediante cordones en ángulo, la longitud de los cordones no será inferior a la separación entre ellos.

7. CORDONES A TOPE

Deberá justificarse la adecuación y resistencia de cordones a tope utilizados como empalme en juntas de piezas para corregir su longitud.

A menos que se especifique lo contrario, se permite el uso de chapas de respaldo metálicas en cordones a tope ejecutados por una sola cara, los requisitos para su uso deben estar incluidos en el WPS. Si el respaldo de acero no va a ser eliminado, tendrá un carbón equivalente no superior a 0.43% o igual al material más soldable de la unión. Los extremos de los cordones a tope serán ejecutados de manera que se asegure el tamaño de garganta total.

7.1 Cordones a solape

Los huecos para cordones a solape tendrán un ancho de al menos 8mm. más que el espesor de la pieza y un longitud de al menos 70mm. o cinco veces el espesor de la pieza.

7.2 Depósito del cordón

Se deberán tomar las medidas pertinentes para evitar la dispersión del arco como las debidas a campos magnéticos. Si ocurre la superficie de las chapas serán revisadas por inspección visual complementada con inspección por líquidos penetrantes o partículas magnéticas.

También se tomarán precauciones para evitar salpicaduras. En construcciones de clase C y D se eliminarán todas las proyecciones.

En el soldeo en varias pasadas, todas las imperfecciones apreciables como grietas o cavidades serán eliminadas antes de depositar los cordones sucesivos.

8.- IMPERFECCIONES

Los criterios de aceptación de imperfecciones serán determinados en base a la norma EN-ISO 5817, excepto para ángulo de acuerdo incorrecto (505) que no será de aplicación.

El nivel de calidad requerido será:

Construcciones clase A: nivel de calidad D.

Construcciones clase B: nivel de calidad C excepto para 5011, 5012, 506, 601 y 2025 que será nivel D.

Construcciones clase C: nivel de calidad B.

Construcciones clase D: nivel de calidad B con requisitos adicionales según la tabla siguiente:

Designación de la imperfección	Soldadura	Límites de las imperfecciones
Mordeduras		No permitidas
Poros internos	Tope	$d \leq 0.1s$, max 2mm.
	Ángulo	$d \leq 0.1a$, max 2mm.
Inclusiones sólidas	Tope	$h \leq 0.1s$, max 1mm. $l \leq s$, max 10mm.
	Ángulo	$h \leq 0.1a$, max 1mm. $l \leq a$, max 10mm.
Falta de alineación		$h < 0.05t$, max 2mm.
Rechupe de raíz		No permitido



9.- INSPECCIÓN

9.1 Antes y durante la soldadura

La inspección antes y durante la soldadura será incluida en el plan de inspección de acuerdo a EN-ISO 3834. Con excepción de la inspección visual, los ensayos no destructivos serán ejecutados por personal cualificado como nivel 2 según EN 473.

9.2 Después del soldeo

Si un cordón va a quedar inaccesible en trabajos posteriores deberá inspeccionarse antes de que eso ocurra. Los ensayos no destructivos de una soldadura serán realizados después de los tiempos indicados en la tabla siguiente:

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 58 de 70

Tamaño garganta (mm.)	Heat input (KJ/mm)	S235-S420	S460 o superior
≥ 6		Hasta enfriamiento	24
6-12	≤ 3	8	24
	>3	16	40
> 12	≤ 3	16	40
	> 3	40	48

9.3 Alcance de la inspección

Los ensayos no destructivos deben abarcar tanto la inspección superficial como defectos internos.

Todas las soldaduras serán inspeccionadas en toda su longitud mediante inspección visual. Si se detectan imperfecciones superficiales se realizarán inspecciones adicionales con líquidos penetrantes o partículas magnéticas.

A menos que se indique lo contrario, no son necesarias inspecciones adicionales a la inspección visual para construcciones de clase A.

En construcciones de clase B, C y S, para las primeras cinco uniones ejecutadas de acuerdo a un WPS nuevo se requieren:

Cumplir el nivel de calidad B de imperfecciones.

Realizar ensayos no destructivos en un porcentaje doble al indicado en la tabla del siguiente párrafo.

La longitud mínima a inspeccionar será de 900mm.

Para condiciones de producción de acuerdo a un WPS que cumple con los requisitos de calidad establecidos, los ensayos no destructivos adicionales a la inspección visual, según el tipo de construcción, salvo que se indique lo contrario, serán según lo indicado en la tabla siguiente:

Tipo de soldadura	Clase B	Clase C	Clase D
Cordones transversales a tope y con penetración parcial soportando tracción.			
Grado aprovechamiento ≥ 0.5	10%	20%	100%
Grado aprovechamiento < 0.5	0%	10%	50%
Cordones transversales a tope y con penetración parcial			
En unión cruciforme	10%	20%	100%
En unión en T	5%	10%	50%
Cordones transversales en ángulo sometidas a tracción o cortante			
Con $a \geq 12\text{mm.}$ o $t > 20\text{mm.}$	5%	10%	20%
Otros casos	0%	5%	10%
Cordones longitudinales y cordones de rigidizadores	0%	5%	10%

PINTURA DE ESTRUCTURAS DE ACERO

1.- GENERAL

Los elementos que serán pintados deberán estar claramente identificados en los documentos del proyecto y comprenderá:

* Elementos de acero estructural.

* Elementos varios, tales como escaleras, plataformas, pasillos, soportes, etc.

No se incluyen los tornillos y tuercas, los cuales serán galvanizados electrolíticamente.

2.- CÓDIGOS Y NORMAS.

ISO-2409 Ensayos de pinturas y barnices.

ISO-8501-01 Preparación de superficies.

CTE-DB-SE-A

EAE-11

3.- DISEÑO

Los elementos de acero estructural y/o estructuras fabricadas en acero estarán realizadas de tal forma que todas las superficies sean susceptibles de chorreado y pintado. El diseño se realizará de tal forma que después de la construcción, el agua de lluvia, condensaciones y/o los líquidos derramados puedan drenarse. Todos los bordes o esquinas serán redondeados.

4.- CONDICIONES ATMOSFÉRICAS.

Todos los trabajos de preparación de superficies, aplicación de pinturas y secado/curado, se realizará bajo condiciones favorables con los siguientes requisitos mínimos:



* Trabajos en seco, protegidos contra la lluvia, polvo y contaminación.

* Temperatura ambiente 10°C o superior.

* La temperatura del acero estará siempre 3°C por encima del punto de rocío.

5.- PREPARACIÓN DE SUPERFICIES.

5.1 Condiciones antes de chorreado.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 59 de 70</p>

Las superficies estarán secas, libres de grasa, aceite y cualquier otra materia extraña. Si se requiere se procederá a la limpieza con disolventes, vapor o agua/detergente. Se eliminarán virutas y restos de soldadura, salpicaduras etc. Los bordes/ángulos cortantes o agudos serán esmerilados a un radio de aproximadamente 10°.

5.2 Chorreado.

El chorreado será realizado con aire libre de aceites, seco y con los medios de chorreado apropiados para alcanzar un grado de limpieza Sa 2 1/2 de la Norma ISO 8501-1 "Preparación de superficies de acero" (igual a la o SIS 05 5900-1967). La rugosidad será grado N9 del Rugo test No. 3. (N9 es igual a 250 ru).

5.3 Materiales.

El manejo, almacenamiento, mezcla y dilución de las pinturas se realizará según las instrucciones estrictas de los fabricantes.

Productos equivalentes a los indicados están permitidos y serán sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

Capa de imprimación epoxi rica en Zn. Espesor de película seca: 50 µm.

Capa intermedia epoxi. Espesor de película seca: 80 µm.

Capa de acabado epoxi. Espesor de película seca: 50 µm.

Color de acabado: A elegir por la Dirección Facultativa

5.4 Aplicaciones.

5.4.1 Superficies.

Las superficies chorreadas estarán libres de polvo y residuos. Las superficies chorreadas no se tocarán con las manos. Todo el personal usará guantes limpios.

Las irregularidades las cuales se hagan visibles después del chorreado, tales como grietas, picaduras con profundidad superior a 3 mm, laminaciones se someterán a la aprobación de la Ingeniería del Contratista para tomar acciones de reparación o rechazo.

La capa de imprimación se aplicará en lugar separado de la zona de chorreado, antes de que puedan ocurrir contaminaciones de las áreas chorreadas y dependiendo de las condiciones no más tarde de 6 horas después de acabar el chorreado. Cuando las anteriores condiciones no se cumplen se requerirá un chorreado posterior.

La capa de imprimación se aplicará con un espesor de película seca (DFT) de un mínimo de 50µm.

Las zonas de capa de imprimación dañadas previas a la aplicación de la pintura deben ser reparadas con anterioridad.

5.4.2 Aplicación y temperatura de curado

La aplicación será por proyección en conformidad con las instrucciones del fabricante. Las superficies adyacentes a la zona a aplicar se protegerán convenientemente.

No se aplicará la pintura cuando la temperatura sea inferior a 4°C. Se seguirá en todo momento las recomendaciones del fabricante en lo referente a los tiempos de curado a diferentes temperaturas ambiente.

6.- INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD.

Todos los trabajos estarán disponibles para inspección. La calidad de las superficies pintadas se comparará con la norma ISO 8501-1. El perfil de la superficie se comparará visualmente con el desarrollado por Rugo-test N° 3 grado N9, o método equivalente.

El espesor de película seca se medirá al comenzar la aplicación de cada capa para asegurar el DFT apropiado. El DFT de cada capa se medirá con un dispositivo magnético, bien calibrado en conformidad con las instrucciones del fabricante. Cada elemento se comprobará con cinco lecturas en cada plano, ángulo o cara. La media aritmética de estas cinco lecturas no se desviará del espesor especificado en no más de 5µm o más de un 50% en la capa de acabado.

El espesor de la capa de imprimación no se desviará más de 5µm. Las lecturas se registrarán para futuras referencias.

El curado de la capa de imprimación se comprobará con un objeto de metal (por ejemplo moneda, parte posterior de un cuchillo...) El curado apropiado lo indica si aparece el metal con solamente una eliminación ligera y superficial de la capa de pintura. El curado de la capa de acabado se comprueba con un paño empapado en disolvente. Una pasada superficial del paño producirá un coloreado ligero en el mismo lo cual indica un curado aceptable.

La adhesión se comprobará con los ensayos según ISO 2409. Un ensayo en una localización aleatoria de la superficie totalmente curada y posteriormente un ensayo semanal. Las zonas dañadas se retocarán según especificación.

El fabricante/pintor garantizará que después del pintado el acero estructural satisface las tolerancias dimensionales tal y como se describen en el apartado de "Fabricación y suministro de acero estructural".

6.1 Acciones a tomar en caso de rechazo del trabajo:



6.1.1 Capa de imprimación.

Cuando el DFT está por debajo de la tolerancia: Limpieza suave con chorreado y repintar según especificación.

Cuando el DFT está en exceso: en localizaciones menores a 0.30 m², eliminar el espesor en exceso por chorreado.

Áreas superiores a las indicadas requerirán la eliminación completa mediante chorreado y posterior aplicación de la pintura según especificación.

6.1.2 Capa de pintura.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 60 de 70</p>

Espesores DFT muy bajos pueden resolverse aplicando capas sucesivas. En caso de capas excesivas, se eliminarán completamente mediante chorreado y se pintarán en conformidad con esta especificación. Los trabajos rechazados por otras razones se eliminarán completamente mediante chorreado y repintados de acuerdo con esta especificación.

7.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Se manejarán aquellas piezas que estén totalmente curadas. Los izados se realizarán utilizando eslingas no metálicas. Todos los elementos serán separados entre sí mediante tacos de madera durante las fases de transporte y almacenamiento. Se almacenarán los elementos en pendiente para facilitar el auto-drenado.

8.- REPARACIONES EN CAMPO.

Las soldaduras de campo y los desperfectos durante el transporte y construcción serán limpiados con : Disolvente de limpieza.

Preferiblemente chorreados al grado 2 1/2 ISO 8501-1. También pueden usarse limpieza según ISO 8501 St2, con herramienta manual o herramienta eléctrica (St3).

Los tornillos galvanizados y tuercas se limpiarán con disolvente antes de aplicar pinturas.

Todos los retoques se realizarán en zonas preferiblemente cuadradas. Las reparaciones mayores de 30 cm de diámetro se repararán esparciendo la capa de pintura hasta lograr una extensión en los bordes de tal forma que se camuflen los contrastes de pintura fresca con pintura seca.

9.- GARANTÍAS.

Los defectos causados por desviaciones de esta especificación, falta de preparación de las superficies, métodos de pintado o aplicación, manejo de materiales, etc., serán reparados a cuenta del Contratista hasta e incluyendo 18 meses después de la aceptación final de los trabajos.

PARTE III CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE PRODUCTOS

CONDICIONES GENERALES DE RECEPCIÓN DE LOS PRODUCTOS

Código técnico de la edificación

Según se indica en el Código Técnico de la Edificación, en la Parte I, artículo 7.2, el control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas, se realizará según lo siguiente: Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas.

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá: a) el control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el artículo 7.2.1; b) el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el artículo 7.2.2; y c) el control mediante ensayos, conforme al artículo 7.2.3.

Control de la documentación de los suministros.

Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos: a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado; b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y c) los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica.



El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre: a) los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3; y b) las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas. 2. El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

Control de recepción mediante ensayos.

Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Este Pliego de Condiciones, conforme a lo indicado en el CTE, desarrolla el procedimiento a seguir en la recepción de los productos en función de que estén afectados o no por la Directiva 89/106/CE de Productos de la Construcción (DPC), de 21 de diciembre de 1988, del Consejo de las Comunidades Europeas.

El Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, regula las condiciones que estos productos deben cumplir para poder importarse, comercializarse y utilizarse dentro del territorio español de acuerdo con la

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 61 de 70

mencionada Directiva. Así, dichos productos deben llevar el marcado CE, el cual indica que satisfacen las disposiciones del RD 1630/1992.

Productos afectados por la Directiva de Productos de la Construcción



Los productos de construcción relacionados en la DPC que disponen de norma UNE EN (para productos tradicionales) o Guía DITE (Documento de idoneidad técnica europeo, para productos no tradicionales), y cuya comercialización se encuentra dentro de la fecha de aplicación del marcado CE, serán recibidos en obra según el siguiente procedimiento: a) Control de la documentación de los suministros: se verificará la existencia de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, incluida la documentación correspondiente al marcado CE: 1. Deberá ostentar el marcado. El símbolo del marcado CE figurará en al menos uno de estos lugares: - sobre el producto, o - en una etiqueta adherida al producto, o - en el embalaje del producto, o - en una etiqueta adherida al embalaje del producto, o - en la documentación de acompañamiento (por ejemplo, en el albarán o factura). 2. Se deberá verificar el cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y por el proyecto, lo que se hará mediante la comprobación de éstas en el etiquetado del marcado CE. 3 Se comprobará la documentación que debe acompañar al marcado CE, la Declaración CE de conformidad firmada por el fabricante cualquiera que sea el tipo de sistema de evaluación de la conformidad. Podrá solicitarse al fabricante la siguiente documentación complementaria: Ensayo inicial de tipo, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 3. Certificado de control de producción en fábrica, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 2 o 2+. Certificado CE de conformidad, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 1 o 1+. La información necesaria para la comprobación del marcado CE se amplía para determinados productos relevantes y de uso frecuente en edificación en la subsección de la presente Parte del Pliego. b) En el caso de que alguna especificación de un producto no esté contemplada en las características técnicas del marcado, deberá realizarse complementariamente el control de recepción mediante distintivos de calidad o mediante ensayos, según sea adecuado a la característica en cuestión.

Productos no afectados por la Directiva de Productos de la Construcción

Si el producto no está afectado por la DPC, el procedimiento a seguir para su recepción en obra (excepto en el caso de productos provenientes de países de la UE que posean un certificado de equivalencia emitido por la Administración General del Estado) consiste en la verificación del cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y el proyecto mediante los controles previstos en el CTE, a saber: a) Control de la documentación de los suministros: se verificará en obra que el producto suministrado viene acompañado de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 anterior, y los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, entre los que cabe citar: Certificado de conformidad a requisitos reglamentarios (antiguo certificado de homologación) emitido por un Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC (de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995) para los productos afectados por disposiciones reglamentarias vigentes del Ministerio de Industria. Autorización de Uso de los forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, y viguetas o elementos resistentes armados o pretensados de hormigón, o de cerámica y hormigón que se utilizan para la fabricación de elementos resistentes para pisos y cubiertas para la edificación concedida por la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de Vivienda.

En determinados casos particulares, certificado del fabricante, como en el caso de material eléctrico de iluminación que acredite la potencia total del equipo (CTE DB HE) o que acredite la succión en fábricas con categoría de ejecución A, si este valor no viene especificado en la declaración de conformidad del marcado CE (CTE DB SE F). b) Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica: Sello o Marca de conformidad a norma emitido por una entidad de certificación acreditada por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995. Evaluación técnica de idoneidad del producto en el que se reflejen las propiedades del mismo. Las entidades españolas autorizadas actualmente son: el Instituto de Ciencias de la Construcción "Eduardo Torroja" (IETcc), que emite el Documento de Idoneidad Técnica (DIT), y el Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITeC), que emite el Documento de Adecuación al Uso (DAU). c) Control de recepción mediante ensayos: Certificado de ensayo de una muestra del producto realizado por un Laboratorio de Ensayo acreditado por una Comunidad Autónoma o por ENAC.

A continuación, en el apartado 2. Relación de productos con marcado CE, se especifican los productos de edificación a los que se les exige el marcado CE, según la última resolución publicada en el momento de la redacción del presente documento (Resolución de 17 de abril de 2007 de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de Noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las Normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el periodo de coexistencia y la entrada en vigor del marcado CE relativo a varias familias de productos de la construcción). En la medida en que vayan apareciendo nuevas resoluciones, este listado deberá actualizarse.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 62 de 70</p>

RELACIÓN DE PRODUCTOS CON MARCADO CE

Relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 17 de abril de 2007 de la Dirección General de Desarrollo Industrial. Los productos que aparecen en el listado están clasificados por su uso en elementos constructivos, si está determinado o, en otros casos, por el material constituyente. Para cada uno de ellos se detalla la fecha a partir de la cual es obligatorio el marcado CE, las normas armonizadas de aplicación y el sistema de evaluación de la conformidad. En el listado aparecen unos productos referenciados con asterisco (*), que son los productos para los que se amplía la información y se desarrollan en el apartado 2.1. Productos con información ampliada de sus características. Se trata de productos para los que se considera oportuno conocer más a fondo sus especificaciones técnicas y características, a la hora de llevar a cabo su recepción, ya que son productos de uso frecuente y determinantes para garantizar las exigencias básicas que se establecen en la reglamentación vigente.

CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURAS

ACERO

Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado:

Marcado CE obligatorio desde del 1 de junio de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 523:2005. Vainas de fleje de acero para tendones de pretensado. Terminología, especificaciones, control de la calidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general.

Marcado CE obligatorio desde 1 de septiembre de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 10025-1:2005. Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Pernos estructurales de alta resistencia para precarga.

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 14399-1:2006. Pernos estructurales de alta resistencia para precarga. Parte 1: Requisitos generales. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+. Marcado CE obligatorio a partir del 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 14399-4:2006.

Pernos estructurales de alta resistencia para precarga.

Parte 4. Sistema de evaluación de la conformidad 2+.

Acero para el armado de hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado*.

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de septiembre de 2007. UNE-EN 10080:2006. Acero para el armado de hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

Estructuras de acero y aluminio.

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de julio de 2014. UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012. Marcado CE de estructuras de acero y aluminio.

PRODUCTOS Y SISTEMAS PARA LA PROTECCIÓN Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN

Sistemas para protección de superficie

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-2:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 2: Sistemas para protección de superficie. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

Reparación estructural y no estructural

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-3:2006. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Parte 3: Reparación estructural y no estructural. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

Adhesivos estructurales

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación: UNE-EN 1504-4:2005. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 4: Adhesivos estructurales. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

Productos y sistemas de inyección del hormigón



Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-5:2004. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 5: Productos y sistemas de inyección del hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Anclajes de armaduras de acero

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-6:2007. Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 6: Anclajes de armaduras de acero. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+/3/4.

Protección contra la corrosión de armaduras

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de enero de 2009. Norma de aplicación UNE-EN 1504-7:2007. Productos y

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 63 de 70</p>

sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón. Definiciones, requisitos, control de calidad y evaluación de la conformidad. Parte 7: Protección contra la corrosión de armaduras. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/2+3/4.

OTROS (Clasificación por material)

HORMIGONES, MORTEROS Y COMPONENTES

Cementos comunes*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2002. Norma de aplicación: UNE-EN 197-1:2000/A1:2005. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

Cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 197-4:2005 Cemento. Parte 4: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

Cementos de albañilería

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 413-1:2005. Cementos de albañilería. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

Cemento de aluminato cálcico

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 14647:2006. Cemento de aluminato cálcico. Composición, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 14216:2005. Cemento. Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos especiales de muy bajo calor de hidratación. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

Cenizas volantes para hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de enero de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 450-1:2006. Cenizas volantes para hormigón. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

Cales para la construcción*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 459-1:2002. Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2.

Aditivos para hormigones*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 934-2:2002/A1:2005/A2:2006 Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Aditivos para morteros para albañilería

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 934-3:2004/AC: 2005. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 3: Aditivos para morteros para albañilería. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Aditivos para pastas para tendones de pretensado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2003. Norma de aplicación: UNE-EN 934-4:2002. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 4: Aditivos para pastas para tendones de pretensado. Definiciones, especificaciones, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Morteros para revoco y enlucido*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE EN 998-1:2003/AC: 2006. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 1: Morteros para revoco enlucido. Sistema de evaluación de la conformidad: 4.

Morteros para albañilería*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de febrero de 2005. Norma de aplicación: UNE EN 998-2:2004. Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Áridos para hormigón*



Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 12620:2003/AC: 2004. Áridos para hormigón. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13055-1:2003/AC: 2004. Áridos ligeros. Parte 1: Áridos ligeros para hormigón, mortero e inyectado. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4

Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no tratadas

Marcado CE obligatorio desde el 1 de mayo de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13055-2:2005. Áridos ligeros. Parte 2: Áridos ligeros para mezclas bituminosas, tratamientos superficiales y aplicaciones en capas tratadas y no

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 64 de 70</p>

tratadas. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Áridos para morteros*

Marcado CE obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE-EN 13139:2003/AC: 2004. Áridos para morteros. Sistemas de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Humo de sílice para hormigón

Marcado CE obligatorio desde el 1 de abril de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13263:2006. Humo de sílice para hormigón. Definiciones, requisitos y control de la conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+.

Ligantes, ligantes compuestos y mezclas prefabricadas a base de sulfato cálcico para soleras

Marcado CE obligatorio desde el 1 de julio de 2006. Norma de aplicación: UNE-EN 13454-1:2005. Ligantes, ligantes compuestos y mezclas prefabricadas a base de sulfato cálcico para soleras. Parte 1: Definiciones y requisitos. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1/3/4.

Ligantes de soleras continuas de magnesita. Magnesita cáustica y cloruro de magnesio

Marcado CE obligatorio desde el 1 de diciembre de 2005. Norma de aplicación: UNE-EN 14016-1:2005. Ligantes de soleras continuas de magnesita. Magnesita cáustica y cloruro de magnesio. Parte 1: Definiciones y requisitos. Sistemas de evaluación de la conformidad: 3/4.

Pigmentos para la coloración de materiales de construcción basados en cemento y/o cal

Marcado CE obligatorio desde el 1 de marzo de 2007. Norma de aplicación: UNE-EN 12878:2006. Pigmentos para la coloración de materiales de construcción basados en cemento y/o cal. Especificaciones y métodos de ensayo. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Fibras de acero para hormigón

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de junio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14889-1:2007. Fibras para hormigón. Parte 1: Fibras de acero. Definiciones, especificaciones y conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.

Fibras poliméricas para hormigón

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de junio de 2008. Norma de aplicación: UNE-EN 14889-2:2007. Fibras para hormigón. Parte 2: Fibras poliméricas. Definiciones, especificaciones y conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 1/3.



ACERO

Perfiles huecos para construcción acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de febrero de 2008. UNE-EN 10210-1:2007. Perfiles huecos para construcción acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Perfiles huecos para construcción conformados en frío de acero no aleado y de grano fino

Marcado CE obligatorio a partir del 1 de febrero de 2008. UNE-EN 10219-1:2007. Perfiles huecos para construcción soldados, conformados en frío de acero no aleado y de grano fino. Parte 1: Condiciones técnicas de suministro. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 65 de 70</p>

ANEJO. RELACIÓN DE PRODUCTOS CON INFORMACIÓN AMPLIADA DE SUS CARACTERÍSTICAS

Relación de productos, con su referencia correspondiente, para los que se amplía la información, por considerarse oportuno conocer más a fondo sus especificaciones técnicas y características a la hora de llevar a cabo su recepción, ya que son productos de uso frecuente y determinantes para garantizar las exigencias básicas que se establecen en la reglamentación vigente.

ACERO PARA EL ARMADO DEL HORMIGÓN

Armaduras pasivas de acero para su colocación en hormigón para uso estructural, de sección transversal circular o prácticamente circular, suministrado como producto acabado en forma de: Barras corrugadas, rollos (laminados en caliente o en frío) y productos enderezados.

Paneles de mallas electrosoldadas fabricados mediante un proceso de producción en serie en instalación fija.

Armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

Condiciones de suministro y recepción

Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de septiembre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 10080:2006. Acero para el armado de hormigón. Acero soldable para armaduras de hormigón armado. Generalidades. Sistemas de evaluación de la conformidad: 1+

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa.

Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Soldabilidad y composición química.
- b. Propiedades mecánicas (tracción máxima, límite elástico, carga de despegue en uniones soldadas, o atadas, resistencia a fatiga, aptitud al doblado).
- c. Dimensiones, masa y tolerancia.
- d. Adherencia y geometría superficial

Distintivos de calidad: Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características exigidas.

Ensayos: Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento (EHE 08) y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados, según condiciones del marcado CE (normas UNE-EN) que pueden estar especificados: Barras, rollos y productos enderezados (según EN ISO15630-1)

- a. Ensayo de tracción
- b. Ensayo de doblado
- c. Ensayo de fatiga por carga axial
- d. Medición de la geometría superficial
- e. Determinación del área relativa de corruga o de grafila
- f. Determinación de la desviación respecto de la masan nominal por metro
- g. Análisis químico

Mallas electrosoldadas (según EN ISO15630-2)

- a. Ensayo de tracción
- b. Determinación de la carga de despegue en las uniones
- c. Ensayo de fatiga por carga axial
- d. Análisis químicos

Mallas electrosoldadas (según EN ISO15630-1)

- a. Medición de la geometría superficial
- a. Determinación del área relativa de corruga o de grafila
- b. Determinación de la desviación respecto de la masan nominal por metro

Armadura básica electrosoldada en celosía (según EN ISO15630-1)

- a. Ensayo de tracción
- b. Medición de la geometría superficial
- c. Determinación del área relativa de corruga o de grafila
- d. Determinación de la desviación respecto de la masan nominal por metro
- e. Análisis químico



Armadura básica electrosoldada en celosía (según anejo B UNE EN 10080:2006)

- a. Determinación de la carga de despegue en las uniones soldadas o atadas.

CEMENTOS COMUNES

Conglomerantes hidráulicos finamente molidos que, amasados con agua, forman una pasta que fragua y endurece por medio de reacciones y procesos de hidratación y que, una vez endurecidos, conservan su resistencia y estabilidad incluso bajo el agua. Los cementos conformes con la UNE EN 197-1, denominados cementos CEM, son capaces, cuando se dosifican y mezclan apropiadamente con agua y áridos de producir un hormigón o un mortero que conserve su trabajabilidad durante tiempo suficiente y alcanzar, al cabo de periodos definidos, los niveles especificados de resistencia y presentar también estabilidad de volumen a largo plazo.

Los 27 productos que integran la familia de cementos comunes y su designación es:

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 66 de 70

TIPOS PRINCIPALES	DESIGNACIÓN (TIPOS DE CEMENTOS COMUNES)		
CEM I: Cemento Portland	CEM I		
CEM II: Cementos Portland mixtos	Cemento Portland con escoria	CEM II/A-S CEM II/B-S	
	Cemento Portland con humo de sílice	CEM II/A-D	
	Cemento Portland con puzolana	CEM II/A-P CEM II/B-P CEM II/A-Q CEM II/B-Q	
		Cemento Portland con ceniza volante	CEM II/A-V CEM II/B-V CEM II/A-W CEM II/B-W
			Cemento Portland con esquisto calcinado
	Cemento Portland con caliza		
		Cemento Portland mixto	CEM II/A-M CEM II/B-M
			CEM III: Cementos con escorias de alto horno
	CEM IV: Cementos puzolánicos	CEM IV/A CEM IV/A	
	CEM V: Cementos compuestos	CEM V/A CEM V/B	

Condiciones de suministro y recepción

Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de abril de 2002. Norma de aplicación: UNE EN 197-1. Cemento. Parte 1: Composición, especificaciones y criterios de conformidad de los cementos comunes. Sistema de evaluación de la conformidad: 1+

Identificación: Los cementos CEM se identificarán al menos por el tipo, y por las cifras 32,5, 42,5 ó 52,5, que indican la clase de resistencia (ej., CEM I 42,5R). Para indicar la clase de resistencia inicial se añadirán las letras N o R, según corresponda. Cuando proceda, la denominación de bajo calor de hidratación. Puede llevar información adicional: límite en cloruros (%), límite de pérdida por calcinación de cenizas volantes (%), nomenclatura normalizada de aditivos. En caso de cemento ensacado, el marcado de conformidad CE, el número de identificación del organismo de certificación y la información adjunta, deben ir indicados en el saco o en la documentación comercial que lo acompaña (albaranes de entrega), o bien en una combinación de ambos. Si sólo parte de la información aparece en el saco, entonces, es conveniente que la información completa se incluya en la información comercial. En caso de cemento expedido a granel, dicha información debería ir recogida de alguna forma apropiada, en los documentos comerciales que lo acompañen. Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a. Propiedades mecánicas (para todos los tipos de cemento): a.1. Resistencia mecánica a compresión normal (Mpa). A los 28 días. a.2. Resistencia mecánica a compresión inicial (Mpa). A los 2 ó 7 días.



b. Propiedades físicas (para todos los tipos de cemento): b.1. Tiempo de principio de fraguado (min) b.2. Estabilidad de volumen (expansión) (mm)

c. Propiedades químicas (para todos los tipos de cemento): c.1. Contenido de cloruros (%). c.2. Contenido de sulfato (% SO₃). c.3. Composición (% en masa de componentes principales – Clínter, escoria de horno alto, humo de sílice, puzolana natural, puzolana natural calcinada, cenizas volantes síliceas, cenizas volantes calcáreas, esquistos calcinados, caliza- y componentes minoritarios)

d. Propiedades químicas (para CEM I, CEM III): d.1. Pérdida por calcinación (% en masa del cemento final). d.2. Residuo insoluble (% en masa del cemento final). e Propiedades químicas (para CEM IV): e.1 Puzolanidad

Distintivos de calidad: Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

Ensayos: Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 67 de 70

proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados: Resistencia normal. Resistencia inicial. Principio de fraguado. Estabilidad. Cloruros. Sulfatos. Composición. Pérdida por calcinación. Residuo insoluble. Puzolanicidad.

CALES PARA LA CONSTRUCCIÓN

Formas físicas (polvo, terrones, pastas o lechadas), en las que pueden aparecer el óxido de calcio y el de magnesio y/o el hidróxido de calcio y/o el de magnesio, utilizadas como conglomerantes para preparar morteros para fábricas y revestimientos, interiores y exteriores. Tipos:

Cales aéreas: constituidas principalmente por óxido o hidróxido de calcio que endurecen bajo el efecto del dióxido de carbono presente en el aire. Pueden ser:

Cales vivas (Q): producidas por la calcinación de caliza y/o dolomía, pudiendo ser cales cálcicas (CL) y cales dolomíticas (semihidratadas o totalmente hidratadas).

Cales hidratadas (S): cales aéreas, cálcicas o dolomíticas resultantes del apagado controlado de las cales vivas.

Cales hidráulicas naturales (NHL): producidas por la calcinación de calizas más o menos arcillosas o silíceas con reducción a polvo mediante apagado con o sin molienda, que fraguan y endurecen con el agua. Pueden ser: Cales hidráulicas naturales con adición de materiales (Z): pueden contener materiales hidráulicos o puzolánicos hasta un 20% en masa. Cales hidráulicas (HL): constituidas principalmente por hidróxido de calcio, silicatos de calcio y aluminatos de calcio, producidos por la mezcla de constituyentes adecuados.

Condiciones de suministro y recepción

Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de agosto de 2003. Norma de aplicación: UNE EN 459-1:2001. Cales para la construcción. Parte 1: Definiciones, especificaciones y criterios de conformidad. Sistema de evaluación de la conformidad: 2.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Tipo de cal: cálcica (CL), dolomítica (DL), hidráulica natural (NHL), hidráulica artificial (HL).
- b. Cifra de dos dígitos que indica el contenido de CaO+MgO de las cales aéreas cálcicas.
- c. Cifra de dos dígitos que indica el contenido de CaO+MgO de las cales aéreas dolomíticas.
- d. Letra mayúscula que indica el estado en que son suministradas las cales aéreas cálcicas.
- e. Letra mayúscula que indica el estado en que son suministradas las cales aéreas dolomíticas.
- f. Cifra que indica, en MPa, la resistencia a compresión mínima a 28 días de las cales aéreas hidráulicas.
- g. Letra mayúscula Z en caso de contener adiciones de materiales hidráulicos o puzolánicos adecuados hasta un 20% de la masa de las cales hidráulicas naturales.
- h. Tiempo de fraguado en cales hidráulicas.
- i. Contenido en aire de cales hidráulicas.
- j. Estabilidad de volumen.
- k. Finura.
- l. Penetración.
- m. Durabilidad.

Distintivos de calidad: Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

Ensayos: Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados: En general, contenido de: CaO+MgO, MgO, Co₂, SO₃, cal libre (% de masa). En cales hidráulicas, resistencia a compresión a los 28 días (Mpa). En cales vivas, estabilidad después del apagado y rendimiento (dm³/10kg). En cal cálcica hidratada, dolomítica hidratada, en pasta, hidráulica e hidráulica natural: Finura (% de rechazo en masa). Agua libre (%). Estabilidad (mm). Penetración (mm). Contenido en aire (%). Tiempo de fraguado (h). Ensayos adicionales: Reactividad (en cal viva). Demanda de agua (ensayos de morteros). Retención de agua (ensayos de morteros). Densidad volumétrica aparente (kg/dm³). Finura (en cal viva). Blancura

ADITIVOS PARA HORMIGONES



Producto incorporado a los hormigones de consistencias normales en el momento del amasado en una cantidad ≤ 5%, en masa, del contenido de cemento en el hormigón con objeto de modificar las propiedades de la mezcla e estado fresco y/o endurecido.

Condiciones de suministro y recepción

Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de octubre de 2007. Norma de aplicación: UNE EN 934-2:2001/A2:2005. Aditivos para hormigones, morteros y pastas. Parte 2: Aditivos para hormigones. Definiciones, requisitos, conformidad, marcado y etiquetado. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

- a. Homogeneidad.
- b. Color.
- c. Componente activo.
- d. Densidad relativa.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019</p> <hr/> <p>Página 68 de 70</p>

- e.Extracto seco convencional.
- f.Valor del PH.
- g.Efecto sobre el tiempo de fraguado con la dosificación máxima recomendada.
- h.Contenido en cloruros totales.
- i.Contenido en cloruros solubles en agua.
- j.Contenido en alcalinos.
- k.Comportamiento a la corrosión.
- l.Características de los huecos de aire en el hormigón endurecido (Factor de espaciado en el hormigón de ensayo \leq 0,2 mm
- m.Resistencia a la compresión a 28 días \geq 75% respecto a la del hormigón testigo.
- n.Contenido en aire del hormigón fresco. \geq 2,5% en volumen por encima del volumen de aire del hormigón testigo y contenido total en aire 4% / 6%.

Distintivos de calidad: Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

Ensayos: Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados: Definición y composición de los hormigones y morteros de referencia para ensayos de aditivos para hormigón. Determinación del tiempo de fraguado de hormigones con aditivos. Determinación de la exudación del hormigón. Determinación de la absorción capilar del hormigón. Análisis infrarrojo de aditivos para hormigones. Determinación del extracto seco convencional de aditivos para hormigones. Determinación de las características de los huecos de aire en el hormigón endurecido. Determinación del contenido en alcalinos de aditivos para hormigones. Morteros de albañilería de referencia para ensayos de aditivos para morteros. Toma de muestras, control y evaluación de la conformidad, marcado y etiquetado, de aditivos para hormigones. Determinación de la pérdida de masa a 105° de aditivos sólidos para hormigones y morteros. Determinación de la pérdida por calcinación de aditivos para hormigones y morteros. Determinación del residuo insoluble en agua destilada de aditivos para hormigones y morteros. Determinación del contenido de agua no combinada de aditivos para hormigones y morteros. Determinación del contenido en halogenuros totales de aditivos para hormigones y morteros. Determinación del contenido en compuestos de azufre de aditivos para hormigones y morteros. Determinación del contenido en reductores de aditivos para hormigones y morteros. Determinación del extracto seco convencional de aditivos líquidos para hormigones y morteros (método de la arena). Determinación de la densidad aparente de aditivos líquidos para hormigones y morteros. Determinación de la densidad aparente de aditivos sólidos para hormigones y morteros. Determinación del PH de los aditivos para hormigones y morteros. Determinación de la consistencia (método de la mesa de sacudidas) de fabricados con aditivos. Determinación del contenido en aire ocluido en fabricados con aditivos. Determinación de la pérdida de agua por evaporación en fabricados con aditivos.

ÁRIDOS PARA HORMIGÓN

Materiales granulares naturales (origen mineral, sólo sometidos a procesos mecánicos), artificiales (origen mineral procesados industrialmente que suponga modificaciones térmicas, etc.), reciclados (a partir de materiales inorgánicos previamente utilizados en la construcción), ó, sólo para áridos ligeros, subproductos industriales, (origen mineral procesados industrialmente y sometidos a procesos mecánicos), de tamaño comprendido entre 0 y 125 mm, utilizados en la fabricación de todo tipo de hormigones y en productos prefabricados de hormigón.

Condiciones de suministro y recepción

Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE EN 12620:2003/AC:2004. Áridos para hormigón. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Tipo, según la densidad de partículas y el tamaño máximo de éstas: Áridos para hormigón (de peso normal): grueso, fino, todo uno, natural con granulometría de 0/8 mm o filler. Áridos ligeros.

a.Grupo al que pertenece el árido: filler y polvo mineral como componente inerte, PM; finos, FN; áridos finos, AF; áridos gruesos, AG; áridos todo uno TU.

b.Forma de presentación del árido: áridos rodados, R; áridos triturados, T; áridos mezcla de los anteriores, M.

c.Fracción granulométrica del árido d/D, en mm (d: tamaño del tamiz inferior. D: tamaño del tamiz superior).

d.Naturaleza (en caso de áridos poligénicos se podrá designar por más letras unidas): calizo, C; silíceo, SL; granito, G; ofita, O; basalto, B; dolomítico, D; varios (otras naturalezas no habituales, p. ej. Anfíbolita, gneis, pófdido, etc.), V; artificial (cuando sea posible se debe indicar su procedencia), A; reciclado (cuando sea posible se debe indicar su procedencia), R.



e.En caso de que el árido sea lavado: L.

f.Densidad de las partículas, en Mg/m³.

Cualquier otra información necesaria según los requisitos especiales exigibles según su uso:

a.Requisitos geométricos: Índice de lajas. Coeficiente de forma. Contenido en conchas, en %. Contenido en finos, en % que pasa por el tamiz 0,063 mm.

b.Requisitos físicos: Resistencia a la fragmentación. Resistencia al desgaste. Resistencia al pulimento. Resistencia a la abrasión superficial. Resistencia a la abrasión por neumáticos claveteados. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo, estabilidad al sulfato de magnesio. Densidades y absorción de agua.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLIEGO DE CONDICIONES	FECHA: Junio de 2019 Página 69 de 70

Estabilidad de volumen. Reactividad álcali-sílice.

c.Requisitos químicos: Contenido en sulfatos solubles en ácido. Contenido en cloruros. Contenido total en azufre. Otros componentes

Cualquier otra información necesaria para identificar el árido dependiente de los requisitos especiales exigibles según su uso:

a.Requisitos físicos: Coeficiente de forma. Contenido en finos. Contenido en agua. Densidades y absorción de agua. Resistencia al machaqueo. Crasa fracturadas. Resistencia a la desintegración. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo.

b.Requisitos químicos: Contenido en sulfatos solubles en ácido. Contenido en cloruros. Contenido total en azufre. Pérdida por calcinación. Contaminantes orgánicos ligeros. Reactividad álcali-sílice.

Distintivos de calidad: Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

Ensayos: Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados: Descripción petrográfica. Granulometría de las partículas. Tamices de ensayo. Índice de lajas. Porcentaje de caras fracturadas. Contenido en conchas en los áridos gruesos para hormigones. Equivalente de arena. Valor de azul de metileno. Granulometría del filler (por tamizado por chorro de aire). Resistencia al desgaste (micro-Deval). Resistencia a la fragmentación de los áridos gruesos para hormigones. Densidad aparente y volumen de huecos. Humedad mediante secado en estufa. Densidad y absorción de agua. Coeficiente de pulimento acelerado. Resistencia al desgaste por abrasión con neumáticos claveteados. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo. Pérdida de peso en soluciones de sulfato magnésico. Retracción por secado. Resistencia al choque térmico. Análisis químico. Resistencia al machaqueo de áridos ligeros. Resistencia a la desintegración de áridos ligeros para hormigones. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo de áridos ligeros para hormigones. Contenido en terrones de arcilla. Contenido en partículas blandas de los áridos gruesos. Coeficiente de forma. Contenido en partículas ligeras de los áridos gruesos. Friabilidad (desgaste micro-Deval) de los áridos finos. Absorción de agua de los áridos finos. Absorción de agua de los áridos gruesos. Módulo de finura. Reactividad álcali-sílice y álcali-silicato. Reactividad álcali-carbonato. Reactividad potencial de los áridos para hormigones con los alcalinos.

ÁRIDOS PARA MORTEROS

Materiales granulares naturales (origen mineral, sólo sometidos a procesos mecánicos), artificiales (origen mineral procesados industrialmente que suponga modificaciones térmicas, etc.), reciclados (a partir de materiales inorgánicos previamente utilizados en la construcción), ó, sólo para áridos ligeros, subproductos industriales, (origen mineral procesados industrialmente y sometidos a procesos mecánicos), de tamaño comprendido entre 0 y 8 mm, utilizados en la fabricación de morteros para edificaciones.

Condiciones de suministro y recepción

Marcado CE: Obligatorio desde el 1 de junio de 2004. Norma de aplicación: UNE EN 13139:2002. Áridos para morteros. Sistema de evaluación de la conformidad: 2+/4.

Identificación: Se comprobará que la identificación del producto recibido se corresponde con las características exigidas por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Características reguladas que pueden estar especificadas, en función de los requisitos exigibles:

a.Tipo: De peso normal. Áridos ligeros. (Según la densidad de partículas y el tamaño máximo de éstas)

b.Origen del árido (nombre de la cantera, mina o depósito)

c.2 grupos de dígitos separados por una barra que indican, en mm, la fracción granulométrica d/D (d: tamaño del tamiz inferior. D: tamaño del tamiz superior)

d.Cifra que indica, en Mg/m³, la densidad de las partículas.



Cualquier otra información necesaria según los requisitos especiales exigibles a partir de su uso.

a.Requisitos geométricos y físicos. (Forma de las partículas para D>4mm. Contenido en conchas, para D>4mm. Contenido en finos, % que pasa por el tamiz 0,063 mm. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo, estabilidad al sulfato de magnesio. Densidades y absorción de agua. Reactividad álcali-sílice.

b.Requisitos químicos. (Contenido en sulfatos solubles en ácido. Contenido en cloruros. Contenido total en azufre. Componentes que alteran la velocidad de fraguado y la de endurecimiento. Sustancias solubles en agua, para áridos artificiales. Pérdida por calcinación).

Distintivos de calidad: Se comprobará que el producto ostenta los distintivos de calidad exigidos, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa, que aseguren las características.

Ensayos: Se realizarán los ensayos exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Ensayos regulados que pueden estar especificados: Descripción petrográfica de los áridos para morteros. Granulometría de las partículas de los áridos para morteros. Tamices de ensayo para áridos para morteros. Índice de lajas de los áridos para morteros. Contenido en conchas en los áridos gruesos para morteros. Equivalente de arena de los áridos para morteros. Valor de azul de metileno de los áridos para morteros. Granulometría del filler (por tamizado por chorro de aire). Densidad y absorción de agua de los áridos para morteros. Resistencia a ciclos de hielo-deshielo de áridos para morteros. Pérdida de peso en soluciones de sulfato magnésico de los áridos para morteros. Análisis químico de los áridos para morteros. Resistencia a ciclos de hielo/ deshielo de áridos ligeros de morteros. Contenido en terrones de arcilla de los áridos para morteros. Módulo de finura de los áridos para morteros. Reactividad álcali-sílice y álcali-silicato de los áridos para morteros. Reactividad álcali-

	<p>ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p>PLIEGO DE CONDICIONES</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 70 de 70</p>

carbonato de los áridos para morteros. Reactividad potencial de los áridos para morteros con los alcalinos.





Máster Universitario en Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones por la
Universidad Miguel Hernández



TRABAJO FIN DE MÁSTER PRESUPUESTO

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES





Alumno

Adrián Berdasco Fernández

Director

José Antonio Flores Yepes

Junio de 2019



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PRESUPUESTO	FECHA: Junio de 2019

RESUMEN ECONOMICO		
PARTIDA	DESCRIPCION	IMPORTE
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	7,774.80 €
2	CIMENTACIONES	23,737.99 €
3	ESTRUCTURA METÁLICA	212,102.22 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL		243,615.01 €



2,10% SEGURIDAD E HIGIENE	5,115.92 €
6,90% M.O. AUXILIAR	16,809.44 €
18,50% C.I. DE OBRA	45,068.78 €
7,60% GASTOS GENERALES	18,514.74 €
1,00% REMATE Y RETIRADA	2,436.15 €

SUMA	87,945.02 €
------	-------------



PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	331,560.03 €
---	---------------------

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PRESUPUESTO	FECHA: Junio de 2019

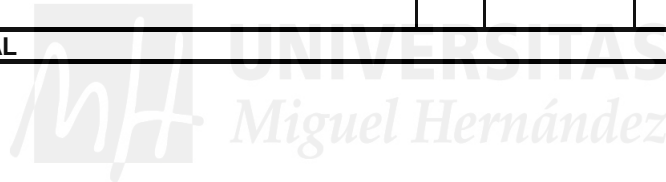
CAPITULO 01: MOVIMIENTO DE TIERRAS					
PARTIDA	DESCRIPCION	UD	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE
1.01	Excavación en profundidad por medios mecánicos en terreno suelto o de tránsito , para cimentaciones, bancadas, riostras, etc, para el volumen de excavación cuya dimensión vertical, medida desde la superficie del terreno inferior adyacente hasta el fondo de la excavación, quede comprendida entre 0,00 y 2,00 m ; con extracción de tierras al borde, carga y transporte a vertedero; incl.p.p. de medios auxiliares. De acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias.	M3	205.20	22.00 €	4,514.40
1.02	Relleno de excavaciones para cimentaciones en profundidad, con productos procedentes de la excavación y situados a pie de obra, incl. p.p. de medios auxiliares, extendido en tongadas, humectación y compactación.	M3	98.80	33.00 €	3,260.40
TOTAL					7,774.80 €

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PRESUPUESTO	FECHA: Junio de 2019

CAPITULO 02: CIMENTACIONES					
PARTIDA	DESCRIPCION	UD	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE
2.01	Suministro, corte, doblado y colocación, de barras de acero corrugado en armaduras, tipo B 500 SD, en cimentaciones, riostras, bancadas, encepados, elementos prefabricados y soportes, incl.p.p. de medios auxiliares, despuntes, solapes, separadores del encofrado, alambre y soldadura. De acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias.	KG	7,170.56	0.96 €	6,883.74 €
2.02	Suministro y colocación con plantilla, de pernos de anclaje de cualquier modelo, para embeber en el hormigón, incl.p.p. de medios auxiliares, alineación, nivelación y fijación a la armadura, protección con grasa y tapado impermeable, colocación de manguitos, arandelas y tuercas. De acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias.	KG	748.80	4.20	3,144.96 €
2.03	Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, del tipo HL-15, de planta, para limpieza y nivelación de bases de cimentación y/o rellenos, incl.p.p. de medios auxiliares y extendido. De acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias.	M3	15.20	90.00	1,368.00 €
2.04	Suministro y puesta en obra de hormigón para armar, HA-30 de planta, en elementos de cimentación, bancadas, bases o encepados, a hormigonar "in situ", incl.p.p. de medios auxiliares, colocación, aditivos, compactación y curado. De acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias.	M3	97.80	110.00	10,758.00 €
2.05	Suministro y puesta en obra de mortero sin retracción, para asiento de estructuras, máquinas, equipos y relleno de cajetines de anclaje, etc; incl.p.p. de medios auxiliares, encofrado, berenjenos, colocación, desencofrado y preparación de la superficie. De acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias.	DM3	247.39	6.40	1,583.30 €
TOTAL					23,737.99 €

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PRESUPUESTO	FECHA: Junio de 2019

CAPITULO 03: ESTRUCTURA METÁLICA					
PARTIDA	DESCRIPCION	UD	CANTIDAD	PREC. UNIT.	IMPORTE
3.01	Suministro, prefabricación y montaje de perfiles de acero al carbono , para toda clase de estructuras , de acuerdo con el Pliego de Condiciones Técnicas Complementarias, incluyendo el montaje de todos los elementos que componen el conjunto (vigas, pilares, arriostramientos, placas, cartelas, etc). Se incluye en el alcance del presente precio, la preparación de superficie mediante chorreado al grado Sa 2 1/2 (según SIS 055900), aplicación de una imprimación epoxi rica en Zn de 50 micras, una capa epoxi intermedia de 80 micras y una capa epoxi de acabado de 50 micras.	KG	48,759.13	4.35 €	212,102.22 €
TOTAL					212,102.22 €





Máster Universitario en Gestión y Diseño de Proyectos e Instalaciones por la
Universidad Miguel Hernández



TRABAJO FIN DE MÁSTER MEDICIONES

DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES





Alumno

Adrián Berdasco Fernández

Director

José Antonio Flores Yepes

Junio de 2019

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEDICIONES	FECHA: Junio de 2019

ESTRUCTURA METÁLICA PARA RACK DE INSTALACIONES

CAPÍTULO 1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

1.1	m3	Excavación para cimentaciones					
			Ud.	Long. (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Total
		<i>Zapatas tipo 1</i>	8	3.00	2.00	1.35	64.80
		<i>Zapatas tipo 2</i>	8	2.00	2.00	1.35	43.20
		<i>Zapatas tipo 3</i>	8	3.00	3.00	1.35	97.20
							205.20



1.2	m3	Relleno sobre cimentaciones					
			Ud.	Long. (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Total
		<i>Zapatas tipo 1</i>	8	3.00	2.00	0.65	31.20
		<i>Zapatas tipo 2</i>	8	2.00	2.00	0.65	20.80
		<i>Zapatas tipo 3</i>	8	3.00	3.00	0.65	46.80
							98.80

CAPÍTULO 2. CIMENTACIONES

2.1	Kg	Ferralla B500B para armado de encepados			(Kg/ud)	Peso (Kg)
		<i>Zapatas tipo 1</i>	8		228.72	1,829.76
		<i>Zapatas tipo 2</i>	8		157.94	1,263.52
		<i>Zapatas tipo 3</i>	8		331.1	2,648.80
		<i>Pedestal tipo 1</i>	8		76.12	608.96
		<i>Pedestal tipo 2</i>	16		51.22	819.52
						7,170.56

2.2	Kg	Pernos de anclaje			(Kg/ud)	Peso (Kg)
		<i>Pedestales tipo 1 (M30)</i>	64		4.68	299.52
		<i>Pedestales tipo 2 (M30)</i>	96		4.68	449.28
						748.80

2.3	m3	Hormigón de limpieza para zapatas	Ud.	Long. (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Total
		<i>Zapatas tipo 1</i>	8	3.00	2.00	0.1	4.80
		<i>Zapatas tipo 2</i>	8	2.00	2.00	0.1	3.20
		<i>Zapatas tipo 3</i>	8	3.00	3.00	0.1	7.20
							15.20

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	MEDICIONES	FECHA: Junio de 2019

ESTRUCTURA METÁLICA PARA RACK DE INSTALACIONES

2.4	m3	Hormigón HA-30 para armar en zapatas	Ud.	Long. (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Total
		Zapatas tipo 1	8	3.00	2.00	0.6	28.80
		Zapatas tipo 2	8	2.00	2.00	0.6	19.20
		Zapatas tipo 3	8	3.00	3.00	0.6	43.20
		Pedestal tipo 1	8	0.70	0.70	0.8	3.14
		Pedestal tipo 2	16	0.52	0.52	0.8	3.46
							97.80

2.5	dm3	Mortero de nivelación	Ud.	Long. (dm)	Ancho (dm)	Altura (dm)	Total
		Pedestal tipo 1	8	7.00	7.00	0.3	117.60
		Pedestal tipo 2	16	5.20	5.20	0.3	129.79
							247.39



CAPÍTULO 3. ESTRUCTURA METÁLICA

3.1	Kg	Estructura metálica	Ud.	Long. (m)	(Kg/m)	Peso (Kg)
		Sección				
		1/2 HEA200	48	198.80	21.15	4,204.62
		HE120A	46	74.00	19.90	1,472.60
		HE160A	36	192.00	30.40	5,836.80
		HE180A	8	40.00	35.50	1,420.00
		HE180B	30	267.60	51.20	13,701.12
		HE220B	10	118.80	71.50	8,494.20
		HE240B	4	36.40	83.20	3,028.48
		HE260B	4	36.40	93.00	3,385.20
		L80x80x10	52	123.10	11.90	1,464.89

Increm. 10% por uniones 4,300.79

Chapa	Ud.	Long. (m)	Ancho (m)	Esp.(m)	Peso (Kg)
Placas tipo 1 (HEB240)	4	0.56	0.56	0.030	295.4
Cartelas placa tipo 1	8	0.56	0.24	0.015	126.6
Cartelas placa tipo 1	16	0.15	0.24	0.015	65.6
Placas tipo 2 (HEB180)	16	0.38	0.38	0.020	362.7
Cartelas placa tipo 2	32	0.38	0.08	0.010	76.4
Cartelas placa tipo 2	64	0.09	0.08	0.010	36.2
Placas tipo 3 (HEB260)	4	0.56	0.56	0.030	295.4
Cartelas placa tipo 3	8	0.56	0.24	0.015	126.6
Cartelas placa tipo 3	16	0.15	0.24	0.015	65.6

48,759.13

	<p>ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p>GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 1 de 18</p>

TRABAJO FIN DE MÁSTER GESTIÓN DE RESIDUOS



DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES



Alumno
Adrián Berdasco Fernández

Director
José Antonio Flores Yepes



Junio de 2019

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 2 de 18</p>

INDICE DE CONTENIDOS

1.	INVENTARIO DE LOS RESIDUOS A GENERAR	3
2.	ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS A GENERAR	7
3.	MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA	11
4.	OPERACIONES DESTINADAS A LOS RESIDUOS DE OBRA	12
4.1.	REUTILIZACIÓN.....	12
4.2.	RECICLAJE	12
4.3.	VALORIZACIÓN	12
4.4.	DESTINO DEL RESTO DE RESIDUOS.....	12
5.	PRESCRIPCIONES SOBRE RESIDUOS	17
5.1.	PRESCRIPCIONES GENERALES	17
5.2.	PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	17
6.	COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	18





	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019
		Página 3 de 18


1. INVENTARIO DE LOS RESIDUOS A GENERAR

En atención a las obras a desarrollar y con arreglo a la codificación de la Lista Europea de Residuos (LER), publicada por Orden MAM//304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, y sus modificaciones posteriores, los residuos de construcción y demolición (RCD) a generar considerados son los siguientes:



LISTA DE RESIDUOS			
01	Residuos de la prospección, extracción de minas y canteras y tratamientos físicos y químicos de minerales		
01	03	Residuos de la transformación física y química de minerales metálicos	
01	03	07*	Otros residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales metálicos
01	04	Residuos de la transformación física y química de minerales no metálicos	
01	04	07*	Residuos que contienen sustancias peligrosas procedentes de la transformación física y química de minerales no metálicos
01	04	08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
01	04	09	Residuos de arena y arcillas
01	04	10	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 04 07
08	Residuos de la fabricación, formulación, distribución y utilización (FFDU) de revestimientos (pinturas, barnices y esmaltes vítreos), adhesivos, sellantes y tintas de impresión		
08	01	Residuos de la FFDU y del decapado o eliminación de pintura y barniz	
08	01	11*	Residuos de pintura y barniz que contiene disolventes orgánicos
08	01	12	Residuos de pintura y barniz, distintos de los especificados en el código 08 01 11
08	04	Residuos de la FFDU de adhesivos y sellantes (incluyendo productos de impermeabilización)	
08	04	09*	Residuos de adhesivos y sellantes que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas
08	04	10	Residuos de adhesivos y sellantes distintos de los especificados en el código 08 04 11
10	Residuos de procesos térmicos		
10	13	Residuos de la fabricación de cemento, cal y yeso y de productos derivados	
10	13	14	Residuos de hormigón y lodos de hormigón
12	Residuos del moldeo y del tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos		
12	01	Residuos del moldeo y tratamiento físico y mecánico de superficie de metales y plásticos	

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019
		Página 4 de 18

12	01	01	Limaduras y virutas de metales férreos
12	01	02	Polvo y partículas de metales férreos
12	01	03	Limaduras y virutas de metales no férreos
12	01	04	Polvo y partículas de metales no férreos
12	01	05	Virutas y rebabas de plástico
12	01	13	Residuos de soldadura
13	Residuos de aceites y de combustibles líquidos (excepto los aceites comestibles y los de los capítulos 05, 12 y 19)		
13	02	Residuos de aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	
13	02	08*	Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13	07	Residuos de combustibles líquidos	
13	07	01*	Fuel oil y gasóleo
13	07	03*	Otros combustibles (incluidas mezclas)
15	Residuos de envases; absorbentes, trapos de limpieza, materiales de filtración y ropas de protección no especificados en otra categoría		
15	01	Envases (incluidos los residuos de envases de la recogida selectiva municipal)	
15	01	01	Envases de papel y cartón
15	01	02	Envases de plástico
15	01	03	Envases de madera
15	01	04	Envases metálicos
15	01	05	Envases compuesto
15	01	06	Envases mixtos
15	01	10*	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
15	02	Absorbentes, materiales de filtración, trapos de limpieza y ropas protectoras	
15	02	02*	Residuos contaminados por sustancias peligrosas
15	02	03	Residuos distintos de los especificados en el código 15 02 02
17	Residuos de la construcción y demolición		
17	01	Hormigón	
17	01	01	Hormigón
17	01	02	Ladrillo
17	02	Madera, vidrio y plástico	
17	02	01	Madera
17	02	02	Vidrio



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019
		Página 5 de 18

17	02	03	Plástico
17	02	04*	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
17	03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	
17	03	01*	Mezclas bituminosas que contiene alquitrán de hulla
17	03	02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01
17	03	03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
17	04	Metales (incluidas sus aleaciones)	
17	04	01	Cobre, bronce, latón
17	04	02	Aluminio
17	04	05	Hierro y acero
17	04	10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
17	04	11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
17	05	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje	
17	05	03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas
17	05	04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17	05	05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
17	05	06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05
17	08	Materiales de construcción a base de yeso	
17	08	02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de especificados código 17 08 01
17	09	Otros residuos de construcción y demolición	
17	09	03*	Residuos que contienen sustancias peligrosas (incluidos los residuos mezclados)
17	09	04	RCDs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
20	Residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias e instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente		
20	01	Fracciones recogidas selectivamente (excepto especificadas en el sub-capítulo 15 01)	
20	01	01	Papel y cartón
20	01	21*	Tubos fluorescentes y otros residuos que contienen mercurio
20	01	39	Plásticos
20	01	40	Metales
20	02	Residuos de parques y jardines	
20	02	01	Residuos biodegradables

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 6 de 18</p>

20	02	02	Tierra y piedras
20	02	03	Otros residuos no biodegradables
20	03	Otros residuos municipales	
20	03	01	Mezclas de residuos municipales
20	03	03	Residuos de limpieza viaria



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019 Página 7 de 18

2. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS A GENERAR



Para el cálculo de las cantidades expresadas tanto en toneladas como en metros cúbicos se procederá a realizar en primer lugar una estimación inicial del volumen de residuos a generar, partiendo de la superficie total de actuación de las obras para, seguidamente, y tras agrupar los residuos generados y demás productos por clases realizar las estimaciones particulares para cada uno de los tipos de residuos considerados.

De esta manera la clasificación de los diferentes residuos se ha hecho en varios grupos que abarcan por una parte aquellos productos (tales como tierras y pétreos) procedentes exclusivamente de tareas de excavación y por otro lado el resto de productos tanto de naturaleza pétreo, como no pétreos, potencialmente peligrosos y de otras índoles, procedentes de las labores de ejecución de la obra asociadas al resto de trabajos incluidos en este Proyecto de movimiento de tierras e instalaciones temporales.

Por su parte, las subdivisiones de los residuos incluidos en cada grupo anterior se ajustarán a la codificación incluida en el Listado Europeo de Residuos (LER).

RCD: Productos de la excavación	
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05



RCD: Naturaleza no pétreo	
1. Asfalto	
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
2. Madera	
17 02 01	Madera
15 01 03	Envases de madera
3. Metales	
17 04 01	Cobre, bronce, latón
17 04 02	Aluminio
17 04 05	Hierro y Acero
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
15 01 04	Envases metálicos
20 01 40	Metales
12 01 01	Limaduras y virutas de metales férricos
12 01 02	Polvo y partículas de metales férricos
12 01 03	Limaduras y virutas de metales no férricos
12 01 04	Polvo y partículas de metales no férricos
4. Papel	
20 01 01	Papel

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019 Página 8 de 18

15 01 01	Envases de papel y cartón
5. Plástico	
17 02 03	Plástico
20 01 39	Plásticos
15 01 02	Envases de plástico
12 01 05	Virutas y rebabas de plástico
6. Vidrio	
17 02 02	Vidrio
7. Yeso	
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01

RCD: Naturaleza pétreo	
1. Arena Grava y otros áridos	
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07
01 04 09	Residuos de arena y arcilla
01 04 10	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 04 07
2. Hormigón	
17 01 01	Hormigón
10 13 14	Residuos de hormigón y lodos de hormigón
3. Piedra	
17 09 04	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03
4. Ladrillos	
17 01 02	RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03



RCD: Potencialmente peligrosos y otros	
1. Basuras	
20 02 01	Residuos biodegradables
20 02 02	Tierras y piedras
20 02 03	Otros residuos no biodegradables
20 03 01	Mezcla de residuos municipales
20 03 03	Residuos de limpieza viaria
2. Otros	
01 03 07	Residuos con SP's de la transformación de minerales metálicos

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019 Página 9 de 18

01 04 07	Residuos con SP's de la transformación de minerales no metálicos
08 01 11	Residuos de pintura y barniz que contienen disolvente orgánicos
08 01 12	Residuos de pintura y barniz distintos de los 08 01 11
08 04 09	Residuos de adhesivos y sellantes que contienen disolvente orgánicos
08 04 10	Residuos de adhesivos y sellantes distintos de los 08 04 09
17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's
12 01 13	Residuos de soldadura
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos y otras sustancias peligrosas
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos,...)
15 02 03	Absorbentes contaminados (trapos,...) distintos de los 15 02 02
20 01 21	Tubos fluorescentes
15 01 05	Envases compuestos
15 01 06	Envases mixtos
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado
13 02 08	Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes
13 07 01	Fuel oil y gasóleo
13 07 03	Otros combustibles (incluidas mezclas)

Las proporciones y densidades tipo para cada uno de los productos y materiales se han considerado una vez observados los datos plasmados en la memoria y anexos correspondientes del Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) 2007-2015, quedando definidos como se expone a continuación:

ESTIMACIÓN DE RESIDUOS EN OBRA NUEVA	
Superficie total de actuación	728 m ²
Volumen de residuos generales (no de excavación) estimado a priori	3,64 m ³
Densidad media de residuos (entre 1,5 y 0,5 T/m ³)	1,05 Tn/m ³
Volumen de tierras excavadas	205,20 m ³
Volumen de tierras residuales (de excavación) estimado	106,40 m ³
Presupuesto estimado obra sin Gestión de Residuos	330.365,37 €
Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto	7.774,80 €

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019
		Página 10 de 18



EVALUACIÓN TEÓRICA POR TIPOLOGÍA DE RESIDUO	PORCENTAJE EN PESO %	CANTIDAD CALCULADA Tn	DENSIDAD ESTIMADA [Tn/m ³]	VOLUMEN ESTIMADO V [m ³]
---	----------------------	-----------------------	--	--------------------------------------

RCD: Productos de la excavación				
Tierras y pétreos residuales procedentes de las tareas propias de excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	N/A	180,88	1,70	106,40

RCD: Naturaleza no pétreo				
1. Asfalto	6,90	0,24	1,20	0,24
2. Madera	7,75	0,27	0,90	0,30
3. Metales	4,88	0,17	1,30	0,13
4. Papel	1,72	0,06	1,00	0,06
5. Plástico	3,45	0,12	0,80	0,15
6. Vidrio	0,29	0,01	1,10	0,01
7. Yeso	0,29	0,01	0,70	0,02
TOTAL estimación	25,28	0,88		0,91

RCD: Naturaleza pétreo				
1. Arena Grava y otros áridos	5,75	0,20	1,30	0,15
2. Hormigón	15,80	0,55	1,40	0,39
3. Piedra	12,07	0,42	0,80	0,53
4. Ladrillos azulejos y otras cerámicas	7,18	0,25	0,90	0,28
TOTAL estimación	40,80	1,42		1,35

RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1. Basuras	18,39	0,64	0,90	0,71
2. Potencialmente peligrosos y otros	15,53	0,54	0,80	0,67
TOTAL estimación	33,92	1,18		1,38

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019 Página 11 de 18



3. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN OBRA

En base al artículo 5.5 del RD 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en 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:

MATERIAL	CANTIDAD MÍNIMA	SEPARAR EN FRACCIONES
Hormigón	160,00 T	NO
Ladrillos, tejas, cerámicos	80,00 T	NO
Metales	4,00 T	NO
Madera	2,00 T	NO
Vidrio	2,00 T	NO
Plásticos	1,00 T	NO
Papel y cartón	1,00 T	NO

Por tanto, no estarán previstas medidas de segregación "in situ" particulares por no superarse las cantidades mínimas de productos de desecho que obligan a llevar a cabo el proceso separativo de los materiales considerados

Adicionalmente se observará, durante la ejecución de las obras, el cumplimiento de las acciones indicadas más adelante, en el punto 5 de este documento, para garantizar la limpieza de la obra y alrededores y que faciliten tanto su ejecución como la disposición por los gestores que correspondan del material de desecho que haya sido generado.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019
		Página 12 de 18

4. OPERACIONES DESTINADAS A LOS RESIDUOS DE OBRA

4.1. REUTILIZACIÓN

En el movimiento general de tierras, se procurará emplear la máxima cantidad posible de materiales de la propia excavación para realizar el compactado y relleno de las superficies de actuación, una vez se lleven a cabo los trabajos de nivelado, cimentación y ejecución de zanjas.

4.2. RECICLAJE

No está prevista por parte del productor la transformación de ningún material en cualquier otro nuevo producto similar o distinto.

4.3. VALORIZACIÓN

No están previstas por parte del productor operaciones de valorización "in situ" en la misma obra o en otros emplazamientos. Los materiales no reutilizados simplemente serán transportados a planta de reciclaje, vertedero autorizado o entregados a gestor autorizado según el caso, tal y como se expone en el apartado siguiente.



4.4. DESTINO DEL RESTO DE RESIDUOS

A continuación se muestran los destinos programados para cada residuo, acompañados del tratamiento previsto por cuenta ajena al productor y la cantidad de los mismos expresada en toneladas. Se indica, como en casos anteriores, para cada material su código LER.



Terminología empleada:

- Residuos de Construcción y Demolición..... RCD
- Residuos Sólidos Urbanos..... RSU
- Residuos Peligrosos..... RP
- Residuos No Peligrosos..... RNP



RCD: Productos de la excavación		Tratamiento	Destino	Cantidad
17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	106,29
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	Sin tratamiento específico		0,11

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019
		Página 13 de 18



RCD: Naturaleza no pétreo		Tratamiento	Destino	Cantidad
1. Asfalto				
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas al código 17 03 01	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,24
2. Madera				
17 02 01	Madera	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,11
15 01 03	Envases de madera	Reciclado		0,16
3. Metales				
17 04 01	Cobre, bronce, latón	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,00
17 04 02	Aluminio	Reciclado		0,00
17 04 05	Hierro y Acero	Reciclado		0,06
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	Reciclado		0,01
15 01 04	Envases metálicos	Reciclado		0,02
20 01 40	Metales	Reciclado		0,02
12 01 01	Limaduras y virutas de metales féreos	Reciclado		0,02
12 01 02	Polvo y partículas de metales féreos	Reciclado		0,02
12 01 03	Limaduras y virutas de metales no féreos	Reciclado		0,01
12 01 04	Polvo y partículas de metales no féreos	Reciclado		0,01
4. Papel				
20 01 01	Papel	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,01
15 01 01	Envases de papel y cartón	Reciclado		0,05
5. Plástico				
17 02 03	Plásticos	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,01
20 01 39	Plásticos	Reciclado		0,04
15 01 02	Envases de plástico	Reciclado		0,06
12 01 05	Virutas y rebabas de plástico	Reciclado		0,01
6. Vidrio				
17 02 02	Vidrio	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,01
7. Yeso				
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,01

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019 Página 14 de 18

RCD: Naturaleza pétreo		Tratamiento	Destino	Cantidad
1. Arena grava y otros árido				
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,08
01 04 09	Residuos de arena y arcilla	Reciclado		0,08
01 04 10	Residuos de polvo y arenilla distintos de los mencionados en el código 01 04 07	Reciclado		0,04
2. Hormigón				
17 01 01	Hormigón	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje RCD	0,40
10 13 14	Residuos de hormigón y lodos de hormigón	Reciclado / Vertedero		0,15
3. Piedra				
17 09 04	RCDs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,42
4. Ladrillos				
17 01 02	RCDs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03	Reciclado	Planta de reciclaje RCD	0,25



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019 Página 15 de 18

RCD: Potencialmente peligrosos y otros		Tratamiento	Destino	Cantidad
1. Basuras				
20 02 01	Residuos biodegradables	Reciclado / Vertedero	Planta de reciclaje de RSU	0,20
20 02 02	Tierras y piedras	Reciclado / Vertedero		0,19
20 02 03	Otros residuos no biodegradables	Reciclado / Vertedero		0,11
20 03 01	Mezcla de residuos municipales	Reciclado / Vertedero		0,08
20 03 03	Residuos de limpieza viaria	Reciclado / Vertedero		0,06
2. Otros				
01 03 07	Residuos con SP's de la transformación de minerales metálicos	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	0,01
01 04 07	Residuos con SP's de la transformación de minerales no metálicos	Depósito / Tratamiento		0,01
08 01 11	Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos	Depósito / Tratamiento		0,02
08 01 12	Residuos de pintura y barniz distintos de los 08 01 11	Depósito / Tratamiento		0,02
08 04 09	Residuos de adhesivos y sellantes que contienen disolventes orgánicos	Depósito / Tratamiento		0,03
08 04 10	Residuos de adhesivos y sellantes distintos de los 08 04 09	Depósito / Tratamiento		0,03
17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas	Depósito / Tratamiento		0,03
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	Depósito / Tratamiento		0,03
17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	Depósito / Tratamiento		0,02
17 09 03	Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	Depósito Seguridad		0,03
12 01 13	Residuos de soldadura	Tratamiento Físico-Químico		0,03
17 04 10	Cables que contienen hidrocarburos y otras sustancias peligrosas	Reciclado		0,01
17 05 03	Tierras y piedras que contienen SP's	Tratamiento Físico-Químico		0,03
17 05 05	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	Tratamiento Físico-Químico		0,03
15 02 02	Absorbentes contaminados (trapos...)	Depósito / Tratamiento		0,03
15 02 03	Absorbentes contaminados (trapos...) distintos de los 15 02 02	Depósito / Tratamiento		0,02
20 01 21	Tubos fluorescentes	Depósito / Tratamiento		0,01

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019 Página 16 de 18

15 01 05	Envases compuestos	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	0,03
15 01 06	Envases mixtos	Depósito / Tratamiento		0,02
15 01 10	Envases vacíos de metal o plástico contaminado	Depósito / Tratamiento		0,01
13 02 08	Otros aceites de motor, de transmisión mecánica y lubricantes	Depósito / Tratamiento		0,03
13 07 01	Fuel oil y gasóleo	Depósito / Tratamiento		0,03
13 07 03	Otros combustibles (incluidas mezclas)	Depósito / Tratamiento		0,03



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">GESTIÓN DE RESIDUOS</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 17 de 18</p>

5. PRESCRIPCIONES SOBRE RESIDUOS

5.1. PRESCRIPCIONES GENERALES

El tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante la sistemática oportuna desarrollada por parte de las empresas homologadas y que podrá incluir la utilización de contenedores o sacos industriales.

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 convenientemente homologadas.

Del mismo modo 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.

5.2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

El depósito temporal de los escombros, se realizará en sacos industriales o en contenedores metálicos que deberán estar en lugares debidamente señalizados, identificados y segregados del resto de residuos.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor o lugar de almacenaje elegido adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. De esta manera permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar tales incidentes.

En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para llevar a cabo la separación adecuada de cada tipo de RCD.

Se atenderán los criterios municipales establecidos, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición.



Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, etc.) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería e inscritos en el registro pertinente.

Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.

Los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases...) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.

Los restos de lavado de canaletas o cubas de hormigón serán tratados como 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.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	GESTIÓN DE RESIDUOS	FECHA: Junio de 2019 Página 18 de 18

6. COSTE DE GESTIÓN DE RESIDUOS



A continuación se desglosa el capítulo presupuestario correspondiente a la gestión de los residuos de la obra, repartido en función del volumen de cada material.

A.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (cálculo sin fianza)				
TIPOLOGÍA	Estimación (m ³)	Coste gestión (€/m ³)	Importe (€)	% Presupuesto de Obra
RCD Tierras y pétreos de la excavación	106,40	4,00	425,60	0,1284 %
RCD Naturaleza Pétreo	0,91	10,00	9,10	0,0027 %
RCD Naturaleza no Pétreo	1,35	10,00	13,50	0,0041 %
RCD Potencialmente peligrosos / Otros	1,38	10,00	13,80	0,0042 %
TOTAL				0,1394 %

B.- ESTIMACIÓN DE COSTES DE GESTIÓN DE LOS RCDs		
% Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, portes, maquinaria, mano de obra y medios auxiliares en general	732,66 €	0,223 %

TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTIÓN RCDs	1.194,66 €	0,3604 %
--	------------	----------

El presupuesto total del Estudio de Gestión de Residuos asciende a la suma de MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (1.194,66 €).

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 1 de 23</p>

TRABAJO FIN DE MÁSTER PLAN DE CALIDAD



DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES



Alumno
Adrián Berdasco Fernández



Director
José Antonio Flores Yepes

Junio de 2019

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLAN DE CALIDAD	FECHA: Junio de 2019 Página 2 de 23

INDICE DE CONTENIDOS

1.	OBJETO.....	3
2.	ALCANCE	4
3.	REFERENCIAS Y NORMATIVA DE APLICACIÓN	5
4.	ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL PLAN DE CALIDAD.....	6
5.	ORGANIZACIÓN DE LA CALIDAD. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES.....	7
5.1.	RESPONSABLE DEL PROYECTO	7
5.2.	JEFE DE OBRA	7
5.3.	RESPONSABLE DE CALIDAD	7
5.4.	TECNICO DE CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE EN OBRA.....	8
6.	CONTROL DE DOCUMENTOS Y REGISTROS	9
7.	RECURSOS	10
7.1.	MATERIALES Y SERVICIOS	10
7.2.	RECURSOS HUMANOS.....	10
8.	REQUISITOS	11
9.	COMUNICACIONES CON LA PROPIEDAD.....	12
10.	INSPECCIONES Y ENSAYOS.....	13
10.1.	RELLENOS	13
10.2.	HORMIGON ARMADO.....	13
10.3.	ESTRUCTURA METALICA.....	14
11.	PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION	17
12.	EQUIPOS DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO	18
13.	REGISTROS	19
14.	PROPIEDAD DEL CLIENTE	20
15.	CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME.....	21
16.	AUDITORÍA.....	22
17.	DOSSIER DE CALIDAD	23



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 3 de 23</p>

1. OBJETO

El Plan de Calidad y Control proporcionará un medio para relacionar los requisitos específicos del proyecto con los métodos y prácticas de trabajo de la empresa Contratista, para asegurar que la calidad que se obtiene en la ejecución del proyecto es la exigida y se documenta debidamente, se cumplen con los requisitos del mismo y se satisfacen las expectativas y necesidades de la empresa Propietaria de la instalación.

Para ello, en este documento se define la organización de la obra, las responsabilidades y los procedimientos que se deberán establecer para el desarrollo de las actividades objeto de este proyecto.





	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 4 de 23</p>

2. ALCANCE

El presente Plan de Calidad es de aplicación a las actividades llevadas a cabo por la empresa Contratista y sus subcontratistas para la ejecución del proyecto “Diseño y cálculo de una estructura metálica para un rack de instalaciones”, y en fase de construcción deberá de ser desarrollado y completado por la empresa Contratista adjudicataria del proyecto.





	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 5 de 23</p>

3. REFERENCIAS Y NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para la elaboración de este Plan de Calidad y Control se han considerado las prescripciones técnicas indicadas en los siguientes documentos:



- UNE EN ISO 9001-2008. Sistemas de Gestión de Calidad. Requisitos.
- UNE EN ISO 10005:2005 Gestión de Calidad. Directrices para los Planes de Calidad.
- CTE- Código Técnico de la Edificación.
- EHE-08: Instrucción de hormigón estructural.
- EAE-2011 Instrucción de acero estructural.
- RC-03: Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de morteros.
- RB-90: Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de bloques de hormigón en las obras de construcción..
- RL-88: Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de ladrillos cerámicos en las obras de construcción.
- UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012: Marcado CE en estructuras metálicas.
- UNE-ENV 1993-1 Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero.
- UNE-ENV 1992-1 Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón.
- UNE-ENV 1991 Eurocódigo 1: Acciones en estructuras.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 6 de 23</p>

4. ELABORACIÓN, REVISIÓN Y APROBACIÓN DEL PLAN DE CALIDAD

El plan de Calidad y Control será elaborado y aprobado por el Responsable de Calidad de la empresa Contratista adjudicataria del proyecto y se presentará a la Dirección de Obra para su aprobación antes del inicio de las obras, basándose en los mínimos establecidos en este documento.



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 7 de 23</p>

5. ORGANIZACIÓN DE LA CALIDAD. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES

El Plan de Calidad y Control definirá las funciones, responsabilidad y autoridad de las personas encargadas de dirigir, ejecutar o comprobar el desarrollo del Plan, proponiéndose los siguientes cargos en el organigrama de la empresa Contratista para el buen desarrollo del proyecto:

5.1. RESPONSABLE DEL PROYECTO

Será el responsable de la gestión del contrato en los términos de calidad, precio y plazo señalados en el contrato y proyecto constructivo. Será el responsable de la organización e interlocutor ante la Propiedad y se responsabilizará del cumplimiento del programa de la obra.

Entre sus funciones principales se encontrará:

- Lanzamiento del proyecto.
- Supervisión de replanteos, análisis de viabilidad y soluciones.
- Lanzamiento e implantación del Plan de Calidad y Control.
- Subcontratación de actividades.
- Certificación de las obras y facturación.
- Coordinación con las áreas técnicas para el establecimiento de bases de requisitos y gestión de los mismos, conforme a los requisitos técnicos y funcionales establecidos en los pliegos de condiciones y el proyecto.

5.2. JEFE DE OBRA

Tendrá la responsabilidad de todas las actividades relativas a la documentación, compras, logística, calidad y prevención de riesgos laborales, en los términos de calidad y plazo estipulados en el proyecto.



Entre sus funciones principales se encontrará:

- Gestionar la ejecución del contrato, coordinando las actividades y operaciones de las áreas técnicas, de calidad, de seguridad y administrativas implicadas en el proyecto.
- Planificar los trabajos y realizar el seguimiento de la planificación.
- Supervisar los trabajos.
- Realizar el seguimiento del Plan de Calidad y de los Procedimientos de EHS de la obra, así como supervisar su cumplimiento por parte del personal propio y subcontratado presente en obra.
- Controlar y gestionar los cambios de proyecto.
- Coordinar con la Dirección de Obra la programación de los trabajos, certificación de las obras y planes de comprobación.
- Gestión de la documentación del proyecto.

5.3. RESPONSABLE DE CALIDAD

Será el representante para la Calidad en el ámbito del proyecto, siendo responsable de la implantación, seguimiento y control del Sistema de Calidad.

Entre sus funciones principales se encontrará:



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 8 de 23</p>

- Ser el interlocutor con la Propiedad en cuestiones de Calidad.
- Elaborará el Plan de Calidad y Control con una identificación explícita de los agentes que intervengan así como de las actividades de control de calidad del proyecto
- Supervisar el cumplimiento del Plan de Calidad y Control interactuando con el Jefe de Obra.
- Realizar auditorías para evaluar el cumplimiento del Plan de Calidad y Control y propondrá las acciones correctivas y preventivas necesarias para el mantenimiento de su eficacia.
- Elaborar, revisar y someter a aprobación los procedimientos aplicables
- Participará en la homologación de proveedores y subcontratistas
- Analizar las No Conformidades aparecidas y propondrá las acciones correctivas necesarias
- Asegurar que los registros obtenidos durante la ejecución de la obra se encuentren verificables
- Asegurar que los requisitos legales y reglamentarios sean observados adecuadamente durante la ejecución de las obras.

5.4. TECNICO DE CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE EN OBRA

Entre sus funciones principales se encontrará:

- Comprobar que la documentación aplicable está controlada.
- Ser el interlocutor con la Dirección de Obra para cuestiones de Calidad.
- Verificar el correcto control de documentos en la obra.
- Controlar la aplicación del Plan de Calidad y Control en la obra.
- Comprobar e implantar los PPIs de la obra.
- Coordinar la realización de inspecciones y ensayos.
- Comprobar los resultados de inspecciones y ensayos.
- Recoger y archivar los resultados de las inspecciones y ensayos y PPIs cumplimentados
- Abrir, realizar el seguimiento y cerrar las No Conformidades, enviando copia a la Dirección de Obra que será quien realice el cierre definitivo
- Supervisar la ejecución de ensayos, pruebas, inspecciones y controles a realizar
- Revisar las peticiones de compra emitidas en obra, comprobando que se incluyen los requisitos de calidad exigidos.
- Verificar el cumplimiento de los requisitos incluidos en las especificaciones de la Propiedad, tanto por parte del personal propio como el subcontratado
- Verificar que los residuos peligrosos se identifican, segregan y disponen de forma adecuada.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 9 de 23</p>

6. CONTROL DE DOCUMENTOS Y REGISTROS



Todas las Especificaciones de Ejecución, el Plan de Calidad, los Programas de Puntos de Inspección, Procedimientos o Instrucciones, serán transmitidas y puestas a disposición permanente en obra del personal responsable de llevar a cabo los trabajos, ya sea este personal propio o perteneciente a subcontratistas, notificando en este último caso y cuando sea conveniente al subcontratista los documentos puestos a su disposición y solicitándole acuse de recibo y aclaración de dudas antes de su aplicación.

El Responsable de Proyecto aprobará los documentos antes de su distribución. Los Planos del cliente serán aprobados por el Responsable de Proyecto.

Los resultados de todas las pruebas o ensayos se anotarán en los correspondientes registros de inspección indicados en los procedimientos, identificando claramente en los mismos los equipos de inspección utilizados, el resultado obtenido y el responsable de la verificación.

Los registros se conservarán durante tres años, destruyéndose al inicio del año siguiente natural, salvo requisito legal diferente o impuesto por la Propiedad.



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 10 de 23</p>

7. RECURSOS

La provisión de recursos materiales, humanos, infraestructuras y ambiente de trabajo se realizará antes del comienzo de la ejecución de la obra en la Reunión de Lanzamiento del Proyecto

7.1. MATERIALES Y SERVICIOS

Las compras de materiales y productos, así como la subcontratación de actividades y/o servicios se realizarán según lo establecido en el procedimiento general de la empresa Contratista.

Las empresas proveedoras de materiales, equipos o subcontratistas de servicios cuyo suministro a la obra sea significativo o de responsabilidad, habrán sido sometidas previamente a un proceso de evaluación a aprobar por parte de la Propiedad.



Se trasladarán al proveedor las especificaciones, planos e instrucciones que sean necesarias para definir el material o servicio.

7.2. RECURSOS HUMANOS

La empresa Contratista aportará los recursos humanos propios necesarios para llevar a cabo las actividades objeto del presente proyecto, asegurando en todo momento que el personal está cualificado y adiestrado para las tareas a ejecutar.

En caso de necesidad de una empresa subcontratista, previamente se solicitará la aceptación correspondiente por parte de la Propiedad. A las empresas subcontratistas se les hará partícipe de las responsabilidades contraídas contractualmente por la empresa Contratista, para lo cual se pondrá a su disposición las especificaciones técnicas del Proyecto, así como el Plan de Calidad y los Procedimientos que le sean aplicables, responsabilizándose de su puesta en uso.



El Jefe de obra, así como todo el personal de obra con funciones asignadas en relación al cumplimiento e implantación del presente Plan de Calidad, recibirá formación específica sobre el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa Contratista.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 11 de 23</p>

8. REQUISITOS

La empresa Contratista realizará la revisión del Contrato con el fin de asegurar que los requisitos de calidad están definidos, libres de ambigüedades, documentados y que pueden realizarse, así como las condiciones económicas y el alcance. Esta revisión la realiza el Responsable de proyecto a la firma del Contrato y si durante la ejecución del Contrato se produjeran modificaciones o ampliaciones en el mismo, se procederá a emitir una nueva revisión del informe.





	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 12 de 23</p>

9. COMUNICACIONES CON LA PROPIEDAD

Las comunicaciones con la Propiedad se canalizarán a través del Responsable del Proyecto. Las comunicaciones se realizarán mediante correo electrónico y se guardará copia de las mismas. Las reclamaciones de la Propiedad serán atendidas a la mayor brevedad posible por el Responsable del Proyecto. Se entiende por Reclamación de la Propiedad toda queja recibida por carta escrita o mail en la que se manifieste incumplimiento de requisitos del producto una vez que éste ha sido entregado y recibido por la Propiedad, la falta de satisfacción por los plazos o las personas encargadas de la ejecución.



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLAN DE CALIDAD	FECHA: Junio de 2019 Página 13 de 23

10. INSPECCIONES Y ENSAYOS

El resultado de los ensayos a realizar se incluirá en el Dossier de Calidad.

10.1. RELLENOS

Antes de comenzar las labores de relleno, se deberá garantizar la ausencia en la excavación de escombros, materiales extraños, barro, lodos y agua. No se realizará a temperaturas menores de 3°C, ni sobre materiales congelados.

Los rellenos se realizarán en tongadas que tendrán un espesor máximo de 200mm y serán continuamente regadas mientras dure la compactación. La compactación se hará inmediatamente después del tendido y extendido. La última pasada debe coincidir con la cota señalada en los planos (con un error de +/- 20mm) y se dará con rodillo no vibrante.

En el relleno se realizará el ensayo PROCTOR MODIFICADO según UNE 103501-94 y ensayo de humedad y densidad por isótopos radiactivos según ASTM D 3017, para garantizar un como mínimo un 95% PM.

10.2. HORMIGON ARMADO

La resistencia mínima del hormigón en elementos de hormigón armado será 30 N/mm².

Para hormigones de uso no estructural se utilizará hormigón de limpieza de 15 N/mm² y hormigón en masa de 20N/mm².

Cada lote de hormigón llevará su hoja informativa con las características de sus componentes. Se entregará el albarán a la llegada a obra. El hormigón debe verterse antes de los 90 minutos siguientes a la introducción de agua en la cuba. No se añadirá agua posterior a la mezcla.

La empresa Contratista elaborará un procedimiento de curado específico, que cumpla con lo establecido en la norma EHE-08.



Se realizarán tomas de hormigón según la EHE-08: Toma de muestras de hormigón fresco según UNE 12350-0, medida de cono de Abrams según UNE EN 12350-2, elaboración de 4 probetas cilíndricas de 15*30 cm según UNE-EN 12390-1/-2, curado, refrentado y ensayo a compresión a 7 y 28 días s/UNE EN 12390-3.

El acero de las armaduras de hormigón será B500S en barras de acero corrugado y B500T en alambre de corrugado.

Se realizarán ensayo de armaduras, según EHE-08: determinación de las características geométricas incluyendo sección media equivalente s/UNE 36065:11, aptitud al doblado/desdoblado s/UNE 36065:11, cálculo de límite elástico, tensión de rotura y alargamiento de rotura s/UNE EN ISO 6892-1:10.

Las comprobaciones a efectuar por la empresa Contratista para las estructuras de hormigón armado contendrán al menos la siguiente información y puntos de control:

Planos:		Tipo de hormigón:	
Descripción trabajo:		Tipo de aditivos:	
		Tipo de armado:	

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLAN DE CALIDAD	FECHA: Junio de 2019
		Página 14 de 23

Seguimiento	Comprobado				
	Fecha	Firma	SI	NO	N/A
OBRA CIVIL:					
Recogida copia de todos los albaranes de hormigón					
Se observa un buen relleno y una buena compactación					
La malla, conectores, etc... son correctos					
Se recoge copia de ruptura de probetas					
Elevaciones según planos (caso contrario recoger en planos)					
Excavación y relleno exentos de sustancias extrañas					
Armado según planos (diámetro, separación, recubrimiento, separadores comerciales o de acero corrugado)					
No se añadió agua en la recepción (especialmente durante pulido)					
Vibrado correcto del hormigón					
Curado durante 14 días si es aplicable.					
Juntas de hormigón saneadas y limpiadas con aire a presión.					
Juntas construidas según planos					
No se hormigona sobre charcos					
Las cotas finales son las indicadas en los planos					

10.3. ESTRUCTURA METALICA

Según la normativa UNE EN-1090 la estructura a construir corresponde con la clase de ejecución EXC02 y se realizarán los siguientes controles y ensayos:

- Control dimensional

Se realizará un 20% de control de las medidas. En el caso de chapas de unión o distancia entre taladros se realizará el 50%, ya que son medidas críticas

- Control de soldaduras



Se realizará ensayos por líquidos penetrantes al 15% de las uniones en ángulo

- Inspección visual

Se realizará inspección visual y medición al 75% de todas las uniones

En caso de ser necesaria la reparación, se realizarán ensayos al 100% de las zonas reparadas

- Control de acabado

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLAN DE CALIDAD	FECHA: Junio de 2019 Página 15 de 23

Se realizará la medición de las micras una vez finalizada la aplicación de cada capa. Se tomarán 20 medidas aprox. centrándose en la zona más desfavorable de aplicación. Si la media sale inferior a la medida óptima o si un punto de muestra sale por debajo de 15% del valor óptimo, se realizará un repintado.



- Toda la estructura metálica dispondrá de su marcado CE de acuerdo a la norma UNE-EN 1090-1:2011+A1:2012: Marcado CE en estructuras metálicas.

Las comprobaciones a efectuar por la empresa Contratista para la estructura metálica contendrán al menos la siguiente información y puntos de control:

- Estructura metálica:

Planos aplicables:		Tipo de material:	
Descripción trabajo:		Tipo de electrodo a utilizar:	
		Color de pintura final:	

Comisionado	Comprobado				
	Fecha	Firma	SI	NO	N/A
ESTRUCTURA METÁLICA:					
Recogida copia de todos los certificados de material					
Pernos de sujeción correctos y ajustados					
Refuerzos necesarios instalados					
Barandilla instalada y correcta (según plano)					
Tramex instalado y correcto (chequear sujeción)					
Pintura correcta según estándar (pedir certificados)					
Inspección visual de soldaduras realizada.					
Separación de rodapié adecuada (20 mm. verticales, 8 mm. máx en horizontal)					
Retoques de pintura en soldaduras					
Dimensiones según planos					

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	PLAN DE CALIDAD	FECHA: Junio de 2019
		Página 16 de 23



- Pintura:

Nº	COMPROBACIÓN	CUMPLE / NO CUMPLE	FECHA COMPLETADO	COMENTARIOS
1.	Preparación de superficie correcta (chorreado en taller, cepillado en campo)			
2.	Comprobación de tiempo transcurrido desde limpieza hasta primera capa			
3.	Cumplimiento con el ciclo de pintura aplicable (abrasivo/no abrasivo)			
4.	Se adjunta procedimiento pintura			
5.	Se adjunta documentación calidad pintura (ficha técnica, lote, fecha fabricación)			
6.	Cumplimiento de la norma en colores acabado			
7.	Cumplimiento de señalización de tubería según norma			
NOTAS:				

- Juntas, tornillos y pernos:

Planos:		Tipo de junta:	
Unión:		Tipo de tornillo/esparrago:	
Área:		Par de apriete:	
Descripción			



Comisionado	Comprobado				
	Fecha	Firma	SI	NO	N/A
JUNTAS Y TORNILLOS:					
Tipo de juntas correcto (material y espesor)					
Tipo de tornillos/espárragos/tuercas correctos					
Material correcto (según certificado de material)					
Largo e instalación de tornillo/esparrago correcto					
Arandelas instaladas (si aplica)					
Tuercas apretadas (según par de apriete)					
Tornillos y espárragos engrasados					

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 17 de 23</p>

11. PLAN DE PUNTOS DE INSPECCION

Las comprobaciones a realizar en cada actividad significativa o de responsabilidad se planificará en los Programas de Puntos de Inspección (PPI) que ha de desarrollar la empresa Contratistas y entregar a la Dirección de Obra para su aprobación. En el PPI se detallará la programación de los distintos controles previos, el tipo de Inspección y Ensayos a realizar en cada caso y los criterios de aceptación y rechazo, según lo establecido en el proyecto, en base a la normativa vigente y/o a las especificaciones particulares de la Propiedad. Los PPI servirán a su vez como registro para conocer el estado de inspección de la obra a lo largo del desarrollo de la misma. Una vez formalizados la totalidad de los puntos se archivarán los documentos en la correspondiente carpeta de obra.





	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 18 de 23</p>

12. EQUIPOS DE INSPECCIÓN, MEDICIÓN Y ENSAYO

Los equipos de medición y ensayo utilizados para demostrar la conformidad del producto estarán controlados y sujetos a mantenimiento y calibraciones periódicas.





	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 19 de 23</p>

13. REGISTROS

La empresa Contratista confeccionará y completará todos los registros necesarios según lo acordado por la Propiedad para su inclusión en el Dossier de Calidad. La persona responsable de los asuntos de calidad en obra será la encargada de esta tarea, así como de su entrega a la Propiedad para su revisión y aprobación.

La empresa Contratista adjudicataria del Proyecto, supervisará el cumplimiento de los requisitos de Calidad de las empresas subcontratistas y revisará los Registros de Calidad generados por los mismos.





	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 20 de 23</p>

14. PROPIEDAD DEL CLIENTE

Los materiales, productos y equipos suministrados por la Propiedad para ser incorporados al producto final se verificarán, almacenarán y mantendrán de la misma forma que un material o equipo suministrado por un subcontratista.

Toda instalación o infraestructura de la Propiedad a la que la empresa Contratista produzca un daño o en la que encuentra algún deterioro, lo comunicará a la Propiedad y mantendrá registro de las mismas.



	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 21 de 23</p>

15. CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME



Todas las incidencias y no conformidades detectadas durante el transcurso de la obra se tratarán según lo establecido en el procedimiento general de la empresa Contratista adjudicataria del Proyecto.

La detección de una No Conformidad se realizará por cualquiera de las vías siguientes:

- Cualquier persona de la empresa Contratista podrá comunicar por escrito o verbalmente a su mando directo la existencia de una situación, hecho o cualquier otra circunstancia que pueda constituir una No Conformidad.
- Por una inspección interna, realizada en el momento de recepcionar los materiales comprados o suministrados por el cliente o por inspecciones y ensayos definidos en los Planes de Calidad, tanto de productos en proceso como terminados.
- Por seguimiento de un proceso.
- Por una reclamación del cliente.
- Como consecuencia de la realización de auditorías externas o internas.

En caso de No Conformidades importantes o repetitivas y con el fin de eliminar las causas que las originan se realizarán las acciones correctivas necesarias.



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 22 de 23</p>

16. AUDITORÍA



- AUDITORIAS INTERNAS

La empresa Contratista planificará y ejecutará auditorías internas de Calidad y Medio Ambiente para verificar que todas las actividades relativas a la calidad cumplen las disposiciones definidas, de acuerdo a su plan de auditorías.

- AUDITORÍAS PROPUESTAS POR EL CLIENTE O LA PROPIEDAD

La Propiedad podrá llevar a cabo auditorías para evaluar el cumplimiento del Plan de Calidad de la empresa Contratista, así como el cumplimiento de otros requisitos contractuales. Estas auditorías serán coordinadas por el Responsable de Calidad y Medio Ambiente de la obra de la empresa Contratista.





	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">PLAN DE CALIDAD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 23 de 23</p>

17. DOSSIER DE CALIDAD

Una vez finalizada la ejecución de la obra se elaborará un Dossier de Calidad que incluirá todas las inspecciones, ensayos y controles realizados así como documentación técnica de los materiales empleados que se ha de entregar a la Dirección de Obra para su revisión y aprobación.



	<p>ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 1 de 38</p>

TRABAJO FIN DE MÁSTER
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



**DISEÑO Y CÁLCULO DE UNA
ESTRUCTURA METÁLICA PARA
LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK
DE INSTALACIONES**



Alumno
Adrián Berdasco Fernández



Director
José Antonio Flores Yepes

Junio de 2019

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019
		Página 2 de 38

INDICE DE CONTENIDOS

1.	OBJETO DE ESTE ESTUDIO.....	3
2.	CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	4
2.1.	TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN.....	4
2.2.	PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y PERSONAL PREVISTO.....	4
2.3.	EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	5
3.	NORMATIVA LEGAL.....	11
4.	MEDIOS DE PROTECCIÓN.....	13
4.1.	PROTECCIONES COLECTIVAS	13
4.2.	PROTECCIONES PERSONALES	14
5.	SERVICIO DE PREVENCIÓN.....	17
5.1.	SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	17
5.2.	SERVICIO MÉDICO	17
6.	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	18
7.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	19
8.	ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	20
9.	SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	21
10.	SEÑALIZACIÓN.....	22
10.1.	INTRODUCCIÓN	22
10.2.	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	22
10.3.	COLORES DE SEGURIDAD	24
10.4.	SEÑALES GESTUALES	25
10.5.	EJEMPLOS DE SEÑALES A EMPLEAR	26
11.	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.....	33



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 3 de 38</p>

1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO

Se redacta este Estudio de Seguridad y Salud para el Proyecto de Construcción de un nuevo rack de instalaciones que está previsto instalar en el Departamento de producción de vapor de una Planta Industrial situada en el municipio de Orihuela (Alicante), con el fin de establecer los riesgos de accidentes laborales, enfermedades profesionales y daños a terceros que puedan presentarse durante la ejecución de las obras, y para definir y valorar su prevención, así como las instalaciones de Sanidad, Higiene y Bienestar de los trabajadores. Todo ello de acuerdo con lo establecido en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1995, de 8 de Noviembre y en el RD 1.627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

Este Estudio servirá como base de los futuros Planes de Seguridad y Salud, y Procedimientos de Trabajo, que deberán presentar las Empresas Contratistas a la aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de las Obras, antes del inicio de las mismas, en cumplimiento del RD 1.627/1997 de 24 de Octubre.



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 4 de 38</p>

2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El alcance del presente proyecto será poder llevar a cabo con éxito el conjunto de trabajos necesarios para la construcción de la estructura metálica y cimentaciones de un nuevo rack de instalaciones como infraestructura necesaria para la nueva instalación receptora de gas natural que abastecerá al Complejo.

2.1. TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

Las obras comprenderán, principalmente, los siguientes trabajos:

- Replanteo topográfico:

De forma previa se llevará a cabo un replanteo topográfico del área de la Planta afectada por los trabajos. Este replanteo tendrá como objeto garantizar que los terrenos de la zona de actuación se ajustan a la información indicada en los planos, así como comprobar que no existen estructuras, canalizaciones u otros elementos de forma previa al desarrollo de los trabajos.

Durante esta fase y siguientes se señalizará y vallará de forma provisional el perímetro de la obra de forma que se impida el acceso a la misma de personal ajeno al desarrollo de los trabajos.

- Movimiento de tierras:

Posteriormente se procederá a llevar a cabo la demolición de escombros, pavimentos, etc. presentes en la implantación prevista para la nueva instalación, tal y como se indica en los planos correspondientes incluidos en el documento PLANOS de este Proyecto.

Los escombros y productos de vertido serán debidamente gestionados conforme a la legislación vigente. Todos los viales y pasos existentes que se hayan visto afectados serán debidamente repuestos una vez finalizadas las obras de excavación de la zanja anterior.

Por su parte, se realizarán las excavaciones necesarias para la ejecución de las cimentaciones del nuevo rack.

Los rellenos empleados posteriormente podrán estar constituidos por material procedente de la propia excavación, si bien aquellos que no puedan ser reutilizables como relleno serán debidamente gestionados. Tanto el material de relleno como los fondos de la excavación serán compactados tal y como se indica en los planos correspondientes.

- Obras de hormigón y estructura metálica:

Las obras de hormigón incluirán principalmente la ejecución de las cimentaciones de la estructura portante metálica del nuevo rack.

Por su parte las obras de estructura metálica incluirán la ejecución del nuevo rack de tuberías, incluyendo fabricación, pintura, montaje y, en su caso, conexión con estructuras existentes



2.2. PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y PERSONAL PREVISTO

- Presupuesto

El presupuesto de ejecución material del proyecto asciende a 243.615,01 euros.

- Plazo de Ejecución

El comienzo de la construcción del proyecto está previsto para el mes de octubre del año 2019, con una duración estimada de 2 meses.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 5 de 38</p>

- Personal Previsto

El máximo número previsto es de unas 10 personas en punta de ejecución durante la construcción, con una media de personal estimada en 5 trabajadores. El número total estimado de trabajadores que participen en la construcción del proyecto se estima en unos 15.

2.3. EVALUACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

El montaje del presente Proyecto, cuyas características han sido descritas anteriormente, requiere la ejecución de una serie de trabajos que pueden agruparse en los siguientes apartados:

- Obra civil
- Montaje mecánico

Estos apartados, a su vez, incluyen una serie de unidades constructivas que se estudian a continuación desde el punto de vista preventivo, incluyéndose un estudio general de los riesgos de cada una de las actividades y una serie de medidas preventivas.

En cumplimiento del Real Decreto 1627/1997, cada Contratista, a partir de este Estudio de Seguridad y Salud, deberá desarrollar un plan de Seguridad y Salud específico de su actividad en el que incluirá una evaluación de riesgos de los puestos de trabajo, siguiendo las directrices establecidas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En todo proyecto de construcción a desarrollar en los terrenos del propietario de la Planta Industrial, son de aplicación las medidas de seguridad características de la compañía propietaria de la Planta. A tal efecto, todo trabajador que se incorpore a la actividad del proyecto, recibirá previamente a dicho ingreso un curso en el que se le proporcionará la información y las instrucciones adecuadas acerca de los riesgos de las instalaciones de la Planta Industrial y sobre las medidas de protección, prevención y de emergencia correspondientes.

Los trabajadores serán dotados con protectores de la cabeza, del cuerpo y de las extremidades adecuados a la tarea que desempeñen. Estos medios de protección se describen en el punto 4.2., "Protecciones Personales", del presente Estudio de Seguridad y Salud.

La obra será dotada de medidas generales de protección, tales como medios de protección contra incendios, accesorios de seguridad para trabajos específicos o barandillas. Estos medios de protección se describen en el punto 4.1, "Protecciones Colectivas".

Además se dotará al Área de Construcción de la señalización de seguridad y salud adecuada a los trabajos que en esta se realicen. Esta señalización se describe en el apartado 10 "Señalización".



En prevención de posibles accidentes a terceros, las empresas contratistas colocarán las oportunas señales de advertencia de salida de camiones y de limitación de velocidad en la zona, a las distancias reglamentarias.

También se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose, en su caso, los cerramientos necesarios.

2.3.1. Obra Civil

La obra civil a ejecutar incluye las siguientes unidades constructivas:

- Excavaciones

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019 Página 6 de 38



El trabajo de excavación corresponde a los trabajos de mejora de los terrenos para la realización de las cimentaciones y trabajos civiles para instalar los nuevos equipos.

Los riesgos más significativos son los siguientes:



- Desprendimiento de tierras
- Hundimiento del terreno
- Colisiones o vuelco de maquinaria
- Rotura de servicios enterrados
- Polvo
- Ruidos
- Pisada sobre objetos punzantes
- Caída de personas a distinto nivel
- Atropello por golpes de máquinas
- Aplastamientos
- Sobreesfuerzos

Para neutralizar estos riesgos se emplearán la siguientes serie de medidas preventivas, que se indican a continuación:

- Antes de comenzar un trabajo de perforación o excavación de profundidad mayor de 20 cm., se solicitará un permiso escrito a la Dirección de Construcción.
- Toda excavación o zanja de profundidad superior a 1 metro en cuyo interior vaya a trabajar o permanecer personal será inspeccionada antes del comienzo del trabajo.
- Toda excavación de profundidad superior a 1 m se entibará o, en su defecto, se realizará con talud cuya inclinación vendrá determinada por las características y el estado del terreno.
- En las excavaciones lineales no se emprenderán tramos de longitud tal que, en función del ritmo posible de trabajo, exija la permanencia de la zanja expuesta a los agentes atmosféricos durante períodos de tiempo prolongados.
- Aquellas excavaciones que por sus características hagan inviable esta solución, deberán entibarse o protegerse sus taludes con un refuerzo adecuado.
- Antes de comenzar los trabajos de excavación en una zona nueva, se consultarán los planos de servicios existentes para cerciorarse de que no existen instalaciones enterradas que puedan constituir un riesgo.
- La maquinaria y vehículos involucrados en trabajos de este tipo irán provistos de cabina antivuelco.
- Las paredes ataluzadas serán controladas cuidadosamente sobre todo después de lluvias, heladas, desprendimiento o cuando sea interrumpido el trabajo, más de un día por cualquier circunstancia.
- Las maniobras de maquinaria, tanto de excavaciones como de entrada y salida de camiones, serán dirigidos por personal distinto al conductor.

	<p style="text-align: center;">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 7 de 38</p>

- Todo el personal utilizará casco de protección, calzado de seguridad con plantilla anti-perforante y gafas contra impactos.
- Durante los trabajos ejecutados por medios mecánicos no permanecerá personal en el fondo de la excavación ni en el radio de acción de la máquina.
- Se prohíbe la presencia de personal en las proximidades donde se realizan los trabajos de excavación y el ámbito de giro de maniobra de carga y descarga.
- Estará totalmente prohibida la presencia de operarios trabajando en planos inclinados de terreno, en lugares con fuertes pendientes o debajo de macizos horizontales.
- Será llevado un perfecto mantenimiento de maquinaria y vehículos que intervengan en la excavación.
- La carga de tierras en camión será correcta y equilibrada y jamás superará la carga máxima autorizada, retirándose las tierras a medida que se produzcan.
- El perímetro de la excavación será cerrado al tránsito de los trabajadores, salvo para trabajos concretos de replanteo u otros. En caso de ser necesaria la circulación constante por esta zona será protegida mediante barandilla.
- Tanto la rampa como su perímetro será vallada.
- No se apilarán materiales en zonas de paso o de tránsito, retirando aquellos que puedan impedir el paso.
- Los acopios de materiales se realizarán a una distancia de la excavación no menor de un metro.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019 Página 8 de 38



- Cimentaciones y estructuras de hormigón

Los riesgos más significativos son los siguientes:

- Golpes de objetos herramientas
- Caída de objetos
- Caída de personas
- Derrumbamientos
- Afecciones de la piel
- Afecciones de los ojos
- Heridas punzantes en extremidades

Para neutralizar estos riesgos se emplearán las siguientes medidas preventivas:

- Los encofrados deberán tener la resistencia suficiente para garantizar la perfecta contención y estabilidad del elemento a hormigonar.
- El desencofrado no se realizará hasta haber transcurrido tres días, en costeros de vigas o elementos analógicos; siete días en el caso de costeros de pilares o muros de hormigón y catorce días en el caso de la cara inferior de vigas, losas, etc.
- Antes de proceder al hormigonado de cualquier elemento, la Dirección de Obra emitirá un "Permiso de Hormigonado", después de haber comprobado la correcta ejecución de los trabajos de preparación del mismo.
- Los andamios y plataformas serán metálicos no admitiéndose planchas de madera.
- Todas las plataformas de trabajo, pasarelas, andamios, etc. que se encuentren a una altura sobre el suelo, o sobre la plataforma más inmediata, igual o superior a 1.5 m, se protegerán por medio de una barandilla perimetral rígida resistente, situada a 0,90 m. sobre el nivel del piso y una barandilla perimetral intermedia.
- En los trabajos de elevación se utilizarán redes anti caídas
- Las superficies existentes al pie de andamios y plataformas de trabajo serán declaradas como restringidas, no permitiéndose la circulación o permanencia de personas en las mismas. Estas zonas no se utilizarán para trabajos de ningún tipo, ni para acopio de materiales.
- Las bombas de hormigonado dispondrán de una cesta o caja de seguridad a colocar en el extremo de la manguera para realizar las operaciones de desatascado y limpieza de la misma, permitiendo recoger los restos de hormigón sin que se produzcan proyecciones.
- Todas las barras de espera de armaduras serán protegidas, no dejando puntas ni horizontales ni verticales desnudas.
- Durante los trabajos de desencofrado se preverá la eliminación de todos los clavos desnudos existentes en las maderas. Para ello en cada equipo de encofradores se designará una persona encargada de dicha función.
- Todo el personal utilizará casco de protección, calzado de seguridad con plantilla anti perforante, guantes y gafas contra impactos.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 9 de 38</p>

- En el caso de que se requieran el personal utilizará filtros antipolvo, protectores auditivos, cinturón de seguridad, chaleco salvavidas y trajes de agua.
- Todo personal que trabaje en altura utilizará cinturón con bolsa porta-herramientas.
- Los operarios involucrados en operaciones de hormigonado utilizarán cinturones de seguridad. Se entiende que existe riesgo de caída en todos los trabajos efectuados a una altura de 1,5 m o superior, sobre el nivel de una plataforma de trabajo protegida convenientemente. No es aceptable el uso de arnés de seguridad para evitar el montaje de andamios y plataformas de trabajo en aquellos lugares en que dicha instalación sea factible.
- Se instalarán señales de riesgos.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos. Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán.
- Los operarios no podrán permanecer en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, puntales y ferralla.
- Para el acopio clasificado de las armaduras a utilizar, se habilitará en obra una zona.

2.3.2. Montaje Mecánico

El montaje mecánico a ejecutar incluye las siguientes unidades constructivas:

- Montaje de estructuras metálicas



Algunos de los elementos estructurales para la realización de estos trabajos serán realizados en taller y posteriormente ensamblados en obra mientras que otra parte será efectuada directamente sobre los equipos afectados y en las elevaciones requeridas.

Los riesgos más significativos son los siguientes:



- Desprendimiento de cargas de la grúa
- Golpes de objetos
- Caída de personas
- Caída de objetos
- Cuerpos extraños en los ojos
- Otras afecciones oculares
- Electrocutación

Las medidas preventivas utilizadas para neutralizar estos riesgos serán las siguientes:

- En el montaje de estructuras con desarrollo vertical, se seguirá una secuencia que permita ir completando niveles, con sus plataformas, barandillas, etc. para evitar en lo posible los trabajos superpuestos.
- Los huecos que deben quedar abiertos en las distintas plataformas de trabajo y niveles de piso, se protegerán con barandillas provisionales o tapaderas resistentes.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 10 de 38</p>



- Las estructuras no se cargarán durante el montaje con materiales acopiados a otros elementos de peso, hasta que la planta cargada e inferiores estén completamente soldadas o atornilladas. En general, la soldadura de cada planta se completará antes de comenzar el montaje de las plantas superiores.
- Los módulos de estructura se ensamblarán en el suelo en la mayor medida posible, según la configuración de la zona a montar y según la capacidad de las grúas de izado. En cualquier caso, la filosofía de este tipo de montaje es reducir al mínimo posible el número de horas de trabajo en altura, con objeto de eliminar los riesgos para el propio personal de montaje y para el personal de otras especialidades que haya de trabajar en niveles inferiores.
- Por esta razón, el número de nudos a soldar o atornillar “in situ” deberá ser el menor posible.
- Los puntos que requieran soldadura deberán protegerse de manera que se evite proyección de chispas y material fundido. Cada soldador dispondrá de una caja metálica en donde depositar las puntas de los electrodos gastados, evitando el dejarlas caer al suelo.
- Los bordes de la estructura serán protegidos con pantallas resistentes que recojan cualquier material o herramienta que puedan caer.
- El izado de módulos de estructura se realizará preferentemente cuando el personal no involucrado está ausente de la zona. En caso de que haya personal no involucrado en la zona, se retirará al personal de la posible zona de caída de la pieza antes de proceder al izado.
- El personal involucrado en los trabajos de montaje de estructura utilizará casco de seguridad, guantes, calzado de seguridad y gafas contra impactos. Los soldadores utilizarán casco y guantes de seguridad y pantalla protectora con cristal inactínico, mandil o chaqueta de cuero así como manguitos y polainas también de cuero. Todo el personal que trabaje en altura dispondrá de arnés de seguridad.
- Todo el personal será instruido en la técnica correcta para mover cargas a mano.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 11 de 38</p>



3. NORMATIVA LEGAL

Durante las obras será de aplicación toda la normativa legal vigente y, en especial, aunque sin ser una lista exhaustiva, la que a continuación se relaciona:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, prevención de riesgos laborales. Modificada por el Ley 50/1998 de 30 dic., Ley 39/1999 de 5 noviembre y RDL 5/2000 de 4 agosto (infracciones y sanciones de orden social) deroga una serie de artículos.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 39/97, de 17 de enero, reglamento de los servicios de protección. Modificado por el RD 780/1998 de 30 abril.
- Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 32/2006 Reguladora de la Subcontratación en Construcción
- Real Decreto 604/06, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/97, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/97, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción (Regulación de los Recursos Preventivos).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 773/97, de 30 de mayo sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/97 de 18 de julio sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de abril disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas de seguridad para la manipulación de cargas.
- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril sobre pantallas de visualización.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 12 de 38</p>

- Real Decreto 614/2001, de disposiciones mínimas de seguridad para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-4» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. Reglamento electrotécnico para baja tensión (ITC-BT-33).
- Real Decreto 154/1995 de 8 de enero. Exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre (BOE 1-3-02).
- Real Decreto 1942/1993 de 5-11 por el que se aprueba el reglamento de instalaciones de protección contra incendios (BOE's 14-12-92 y 7-5-94). Desarrollado y modificado por la O.M. de 16-4-98 (BOE 28-4-98).
- Real Decreto 2267/2004, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre por el que se aprueba el reglamento de la infraestructura para la calidad y la seguridad industrial (BOE 6-2-96).
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 413/1997 de 21 de marzo, radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo (BOE 1-5-01).
- Orden 16-12-87 por las que se establecen nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo y se dan instrucciones para su cumplimiento y tramitación. Afectada por la O.M. TAS/2926/2002 de 19 nov.

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019
		Página 13 de 38



4. MEDIOS DE PROTECCIÓN

Se definen los medios de protección como aquellos equipos o dispositivos encargados de salvaguardar la integridad física de los trabajadores, ya sea de una manera colectiva o individual.

4.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

A continuación se incluye un listado, no exhaustivo, de todos los equipos y accesorios de Seguridad e Higiene que, general y/o eventualmente pueden ser necesarios en la obra objeto de este estudio.

- Protecciones generales:
 - o Vallas metálicas de limitación y protección.
 - o Vallas de obra reflectante.
 - o Pórticos limitadores de Gálibo.
 - o Banda bicolor de señalización, amarilla y negra.
 - o Balizas intermitentes de seguridad.
 - o Balizas troncocónicas fluorescentes.
 - o Pares de calzos para escaleras.
 - o Anclajes de sujeción de seguridad.
 - o Ganchos de seguridad para transporte aéreo de mercancías.
 - o Plataformas de trabajo y plataformas en borde de cubierta.
 - o Andamios.
 - o Pasillos de seguridad.
 - o Barandillas.
 - o Cables de seguridad para trabajos en alturas.
 - o Redes perimetrales y enganches para las mismas.
 - o Redes de protección de huecos horizontales.
 - o Protecciones de huecos horizontales de madera.
 - o Redes de protección de huecos verticales.
 - o Marquesinas de protección.
 - o Silletas de montador.
- Equipos eléctricos y de soldadura:
 - o Interruptores diferenciales para instalaciones a 380 V.
 - o Interruptores diferenciales para instalaciones a 220 V.
 - o Válvulas anti retroceso de llama.
- Accesorios contra incendios:
 - o Lanzas.
 - o Mangueras.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 14 de 38</p>

- Tomas de agua.
- Extintores de incendios de polvo seco ABC de 12 Kg.
- Extintores de incendios de polvo seco ABC de 6 Kg.

Todas las protecciones colectivas cumplirán con las normas existentes referenciadas en el punto 3 de este Estudio de Seguridad y Salud, y específicas a cada elemento (maquinaria, útil, herramienta, etc.) a utilizar.

4.2. PROTECCIONES PERSONALES

A efectos del Real Decreto 773/1997, se entiende por equipo de protección individual, a cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.



Estas protecciones personales se ajustarán a las Normas de Homologación de medios de Protección Personal vigentes. En los casos en que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus exigencias de protección.

Respecto a estos equipos de protección individual, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:



- Todas las prendas de protección personal tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.
- Durante dicho periodo de vida útil se mantendrán en buen estado de conservación retirándose las que puedan ser ineficaces conforme a las normas. Cuando por las circunstancias del trabajo o por mal trato, se produzca un deterioro más rápido de determinado equipo o prenda, se repondrá el mismo, independientemente de la duración prevista o de la fecha de entrega.
- Toda prenda o equipo que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, un incidente grave o un accidente) será desechado y reemplazado.
- Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán reemplazadas de inmediato.
- El uso de una prenda o equipo de protección, nunca representará un riesgo en sí mismo.

Los diferentes equipos de protección individual empleados en la obra objeto de este estudio de seguridad serán los siguientes:

- Cascos de protección contra choques e impactos.
- Cascos para usos especiales.
- Protectores auditivos tipo "tapones".
- Cascos anti ruido.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección para la industria.
- Protectores auditivos dependientes del nivel.
- Protectores auditivos con aparatos de intercomunicación.
- Gafas de montura integral.
- Gafas de montura universal.



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 15 de 38</p>

- Gafas de montura “cazaletas”.
- Pantallas faciales.
- Pantallas para soldadura.
- Equipos filtrantes de partículas.
- Equipos filtrantes frente a gases y vapores.
- Equipos filtrantes mixtos.
- Equipos aislantes de aire libre.
- Equipos aislantes con suministro de aire.
- Equipos respiratorios con pantalla para soldadura.
- Equipos respiratorios con máscara amovible para soldadura.
- Guantes contra agresiones mecánicas.
- Guantes contra agresiones químicas.
- Guantes contra agresiones de origen eléctrico.
- Guantes contra agresiones de origen térmico.
- Manoplas.
- Manguitos.
- Mangas largas.
- Calzado de seguridad.
- Calzado de protección.
- Calzado y cubre calzado de protección contra el calor.
- Calzado y cubre calzado de protección contra el frío.
- Calzado frente a la electricidad.
- Protectores amovibles del empeine.
- Polainas.
- Suelas amovibles.
- Rodilleras.
- Cremas de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra a las agresiones mecánicas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra a las agresiones químicas.
- Chalecos termógenos.
- Mandiles de protección frente a rayos “X”.
- Cinturones de sujeción del tronco.
- Fajas y cinturones anti vibraciones.
- Equipos de protección contra las caídas de altura.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 16 de 38</p>

- Dispositivos anti caídas deslizantes.
- Arneses.
- Dispositivos anti caídas con y sin amortiguador.
- Monos de trabajo.
- Trajes impermeables.
- Ropa de protección contra las agresiones mecánicas.
- Ropa de protección contra las agresiones químicas.
- Ropa de protección contra las proyecciones de metales en fusión y las radiaciones infrarrojas.
- Ropa de protección contra bajas temperaturas.
- Ropa de protección contra la contaminación radiactiva.
- Ropa anti polvo.
- Ropa antigás.
- Ropa y accesorios de señalización (brazaletes, guantes).



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 17 de 38</p>

5. SERVICIO DE PREVENCIÓN



5.1. SERVICIO TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD

La obra contará con un Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, con el personal de apoyo necesario, cuya misión será la prevención de riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos y asesorar al Jefe de Construcción sobre las medidas de seguridad a adoptar. Asimismo, investigará las causas de los incumplimientos de Normas y Procedimientos de Seguridad, y las causas de los incidentes graves y de todos los accidentes ocurridos, para modificar los condicionantes que los produjeron y evitar su repetición.

5.2. SERVICIO MÉDICO

Se dispondrá de los servicios médicos propios del complejo industrial.



	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 18 de 38</p>

6. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Serán utilizadas las ya existentes en el complejo.

- Vestuarios

Los trabajadores deberán tener a su disposición vestuarios adecuados, que serán de fácil acceso, tendrán las dimensiones suficientes y dispondrán de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

La superficie recomendable de los vestuarios puede estimarse en 2,00 m² por trabajador que deba utilizarlos simultáneamente. Con carácter general en esta superficie se incluirán las taquillas así como los bancos y asientos, siempre que ello permita la utilización de las instalaciones sin dificultades o molestias para los trabajadores.

La altura mínima de estos locales será de 2,50 m.

Para el dimensionado de los vestuarios no se computarán los trabajadores que desempeñen funciones técnicas, administrativas o asimiladas, salvo que su actividad exigiera el cambio de su ropa de calle por la de trabajo.

Cuando sea necesario guardar separadamente la ropa de trabajo de la de calle y de los efectos personales podrá emplearse una taquilla doble, una taquilla sencilla asociada a un colgador mural específico, o una doble taquilla.

Las taquillas dispondrán de llave y tendrán la capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado.

- Duchas y lavabos

En todas las obras de construcción se dispondrá de duchas y lavabos apropiados en número mínimo de 1 ducha y 1 lavabo por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen en la misma jornada. La ducha será de uso exclusivo para tal fin. Las dimensiones mínimas del plato serán de 70 x 70 cm.

- Retretes y urinarios

La dotación será:

- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción.
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción. Los lavabos podrán coincidir o no con los señalados en el apartado anterior.



Con independencia de lo anterior, las instalaciones mencionadas estarán dotadas de 1 espejo por cada lavabo, 1 seca manos de celulosa o eléctrico, portarrollos para papel higiénico, papel higiénico, jabonera dosificadora y recipiente para recogida de celulosa sanitaria.

Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

En los servicios destinados para las mujeres se colocarán recipientes especiales y cerrados para depositar las compresas higiénicas o similares.

Para la limpieza y conservación de instalaciones provisionales, se asignará a un trabajador como mínimo por cada Empresa Contratista, el cual, si dispone de tiempo, podrá alternar este trabajo con otros propios de las obras.

Todos los locales estarán dotados de recipientes con tapa para facilitar el acopio y retirada de desperdicios y basuras que se produzcan.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 19 de 38</p>



7. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

Los Contratistas estarán obligados a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución. Dicho plan de incluirá una evaluación de riesgos de los puestos de trabajo, siguiendo las directrices establecidas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El plan será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud, que controlará su aplicación práctica.

Con el Plan de Seguridad aprobado, los contratistas deberán realizar la Apertura de Centro de Trabajo en la Oficina de Trabajo correspondiente, donde les visarán dicho Plan de seguridad y les entregarán el Libro de Visitas correspondiente. Con la apertura del centro de trabajo y con el Plan de Seguridad visado, se realizará, por parte del coordinador, una anotación al respecto en el Libro de Incidencias del Proyecto.





	<p>ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 20 de 38</p>

8. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

En cumplimiento de la Ley 50/2004 y el RD 604/2006, las empresas Contratistas deberán contar con un número suficiente de recursos preventivos para realizar la vigilancia de la implantación de medidas preventivas en las actividades de riesgo especial, según el Anexo II del RD 1627/1997, o concurren operaciones diversas que se desarrollen sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.





	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 21 de 38</p>

9. SEGUIMIENTO Y CONTROL

Con el objeto de establecer un sistema de seguimiento y control del cumplimiento del Plan de Seguridad de cada Contratista, se organizará un programa de reuniones periódicas, inspecciones, observaciones y medidas correctivas de acuerdo al criterio establecido por el Coordinador de Seguridad y Salud de la obra.



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019 Página 22 de 38

10. SEÑALIZACIÓN

10.1. INTRODUCCIÓN

En el presente punto se describen y exponen las principales señalizaciones de Seguridad a utilizar en el proyecto, incluyendo gráficos de las más habituales.

10.2. SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Es aquella que, referida a un objeto, actividad o situación determinadas, proporciona una indicación o una obligación relativa a la seguridad o a la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal, o una señal gestual, según proceda.

La señalización que aquí se describe ha sido definida en función de los preceptos enunciados en el Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

10.2.1. SEÑALES EN FORMA DE PANEL

Sus formas y colores se definen a continuación, en función del tipo al que pertenezcan.

Los pictogramas que en ellas se presentan serán lo más sencillos posible, evitándose detalles inútiles para su comprensión.

Las dimensiones de las señales, así como las características colorimétricas y fotométricas, garantizarán su buena visibilidad y comprensión.

Las señales se instalarán preferentemente a una altura y en una posición apropiadas en relación al ángulo visual, teniendo en cuenta posibles obstáculos, en la proximidad inmediata del riesgo u objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el caso a la zona de riesgo.

El lugar de emplazamiento de la señal deberá estar bien iluminado, ser accesible y fácilmente visible. Si la iluminación general es insuficiente, se empleará una iluminación adicional o se utilizarán colores fosforescentes o materiales fluorescentes.

A fin de evitar la eficacia de la señalización, no se utilizarán demasiadas señales próximas entre sí.

Las señales se retirarán cuando deje de existir la situación que las justificaba. A continuación se describen los diferentes tipos de señales en forma de panel:

- Señales de prohibición



Se refiere este punto a aquellas señales que prohíben un comportamiento susceptible de provocar un peligro.

Su forma siempre es redonda, con pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda transversal (descendiente de izquierda a derecha, atravesando el pictograma a 45 grados respecto a la horizontal) rojos, cubriendo este color al menos el 35% de la superficie total de la señal.

- Señal de advertencia

Se refiere este punto a aquellas señales que advierten de un riesgo o de un peligro.

Su forma será triangular, el pictograma negro sobre fondo amarillo, color que ha de cubrir al menos el 50% de la superficie de la señal. Sus bordes serán negros. Como excepción, el fondo de la señal sobre "materias nocivas o irritantes" será de color naranja, en lugar de

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 23 de 38</p>

amarillo, para evitar confusiones con otras señales similares empleadas para la regulación del tráfico por carretera.

- Señales de obligación

Las señales de obligación son aquellas que obligan a un comportamiento determinado.

Su forma es redonda, con pictograma blanco sobre fondo azul. Este color ocupará al menos el 50% de la superficie de la señal.

- Señales de salvamento o de socorro

Son aquellas señales que proporcionan indicaciones relativas a las salidas de socorro, a los primeros auxilios, o a los dispositivos de salvamento.

Su forma es siempre rectangular o cuadrada, con el pictograma en blanco sobre fondo verde. Este color deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

- Señales relativas a los servicios de lucha contra el fuego

Se muestran a continuación aquellas señales que perteneciendo a este grupo, son susceptibles de ser utilizadas en el presente proyecto.

Su misma forma siempre rectangular o cuadrada. El color rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal.

- Señales adicionales

Son aquellas señales utilizadas conjuntamente con cualquier otra señal del tipo "de panel", y que facilita informaciones complementarias.

El cartel informativo del Proyecto (indicando Promotor, Licencia de Obra, Coordinador de Seguridad y Salud, Contratistas y Subcontratistas, así como plazo y duración de la obra es uno de los ejemplos de estos carteles, así como los paneles informativos de Seguridad sobre nº de Accidentes/Incidentes y horas trabajadas.

10.2.2. SEÑALES LUMINOSAS

Son aquellas señales emitidas por dispositivos formados por materiales transparentes o traslúcidos, iluminados desde atrás o desde el interior, de tal manera que aparezcan por sí mismos como superficies luminosas.



La luz emitida por estas señales deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin producir deslumbramientos. Podrá ser continua o intermitente.

Si un dispositivo puede emitir tanto una señal continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto a la señal continua, un mayor grado de peligro, o una mayor urgencia de la acción requerida.

Cuando se utilice una señal intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberá permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.

La superficie luminosa que emita la señal podrá ser de color uniforme, o bien llevar un pictograma sobre fondo determinado.

No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 24 de 38</p>

Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave, deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

10.2.3. SEÑALES ACÚSTICAS

Son aquellas señales sonoras codificadas, emitidas y difundidas por medio de dispositivos apropiados, sin intervención de voz humana o sintética.

Deberán tener un nivel sonoro superior al del ruido ambiental, de forma que sea claramente audible, sin llegar a ser excesivamente molesto. No se utilizarán cuando el ruido ambiental sea demasiado intenso.

El tono de la señal acústica, o cuando se trate de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de impulsos, deberá permitir su correcta identificación y clara frente a otras señales acústicas o ruidos ambientales.

No deberán utilizarse dos señales acústicas simultáneamente.

Si un dispositivo puede emitir señales acústicas con un tono e intensidad variables o intermitentes, o con un tono e intensidad continuos, se utilizarán las primeras para indicar, por contraste con las segundas, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.

El sonido de una señal de evacuación deberá ser continuo.

10.2.4. SEÑALIZACIÓN DE OBSTACULOS Y LUGARES PELIGROSOS

La señalización de obstáculos y lugares peligrosos se realizará mediante banda trenzada bicolor, con una franja negra dispuesta longitudinalmente entre otras dos amarillas y de la misma anchura.

Se colocarán en aquellos lugares donde exista riesgo de choque contra obstáculos, caída de objetos o caída de personas, y en el interior de las zonas construidas, tales como escalones de escalera, cambios de nivel, zonas de desplazamiento de puertas automáticas, etc.

10.2.5. COMUNICACIONES VERBALES



Son mensajes verbales predeterminados en los que se utiliza voz humana (comunicación directa) o sintética (comunicación indirecta), para establecer comunicación entre un locutor o emisor, y uno o varios oyentes, en un lenguaje formado por textos cortos, frases, grupos de palabras o palabras aisladas, eventualmente codificados.

Estos mensajes verbales serán tan cortos, simples y claros como sea posible, siendo la aptitud verbal del locutor y las facultades auditivas del oyente u oyentes suficientes para garantizar una comunicación verbal segura.

10.3. **COLORES DE SEGURIDAD**

Los colores de seguridad son aquellos a los que se atribuye una significación determinada en relación a la seguridad y salud en el trabajo.

Los colores de seguridad podrán formar parte de una señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos. En el siguiente cuadro se muestran los colores de seguridad, su significado y otras indicaciones sobre su uso:

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019 Página 25 de 38

COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro-alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación.
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización.
Amarillo o Amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación.
Verde	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad.

Cuando el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad pueda dificultar la percepción de este último, se utilizará un color de contraste que se alterne con el de seguridad, de acuerdo con la siguiente tabla:



Color de Seguridad	Color de Contraste
Rojo	Blanco
Amarillo o amarillo anaranjado	Negro
Azul	Blanco
Verde	Blanco

Cuando la señalización de un elemento se realice mediante un color de seguridad, las dimensiones de la superficie coloreada deberán guardar proporción con las del elemento y permitir su fácil identificación.

10.4. SEÑALES GESTUALES



















Son aquellos movimientos o disposición de los brazos o de las manos en forma codificada para guiar a las personas que estén realizando maniobras que constituyan un riesgo o un peligro para los trabajadores.



Las señales gestuales deberán ser precisas, simples, amplias, fáciles de realizar y comprende, y claramente distinguible de cualquier otra señal gestual.

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 26 de 38</p>

10.5. EJEMPLOS DE SEÑALES A EMPLEAR



- SEÑALES DE PANEL: SEÑALES DE ADVERTENCIA

		
<p align="center">MATERIAS INFLAMABLES</p>	<p align="center">MATERIAS CORROSIVAS</p>	<p align="center">PELIGRO EN GENERAL</p>
		
<p align="center">MATERIAS RADIATIVAS</p>	<p align="center">RIESGO ELÉCTRICO</p>	<p align="center">CAIDA DE OBJETOS</p>
		
<p align="center">CARGAS SUSPENDIDAS</p>	<p align="center">MAQUINARIA PESADA</p>	<p align="center">RIESGO DE TROPEZAR</p>
		
<p align="center">MATERIAS EXPLOSIVAS</p>	<p align="center">CAIDA A DISTINTO NIVEL</p>	<p align="center">RIESGO DE FUGAS</p>
		
<p align="center">MATERIAS TÓXICAS</p>	<p align="center">TEMPERATURA ELEVADA</p>	<p align="center">RIESGO DE DESPRENDIMIENTOS</p>
		
<p align="center">VEHÍCULOS DE MANUTENCIÓN</p>	<p align="center">TEMPERATURA BAJA</p>	<p align="center">RADIACIÓN LASER</p>

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 27 de 38</p>



- SEÑALES DE PANEL: SEÑALES DE PROHIBICIÓN

		
<p align="center">AGUA NO POTABLE</p>	<p align="center">PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGOS</p>	<p align="center">PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES</p>
		
<p align="center">NO CERRAR MIENTRAS EL LOCAL ESTE CERRADO</p>	<p align="center">PROHIBIDO APAGAR CON AGUA</p>	<p align="center">PROHIBIDO FUMAR</p>
		
<p align="center">PROHIBIDO EL PASO A LOS VEHICULOS DE MANUTENCIÓN</p>	<p align="center">NO UTILIZAR EN CASO DE EMERGENCIA</p>	<p align="center">NO OBSTRUIR</p>










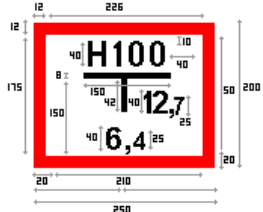
	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019 Página 28 de 38



- SEÑALES DE PANEL: SEÑALES DE OBLIGACIÓN

	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA
	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS
	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL OIDO
	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA
	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS
	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019 Página 29 de 38

- SEÑALES DE PANEL: SEÑALES RELATIVAS A LA LUCHA CONTRA INCENDIOS



	PULSADOR DE ALARMA
	EQUIPO Y CONJUNTO DE ELEMENTOS PARA LUCHA CONTRA INCENDIOS
	EXTINTOR DE INCENDIOS
	BOCA DE INCENDIO
	CUBO PARA USO EN CASO DE INCENDIO
	ESCALERA DE MANO
	AVISADOR SONORO
	TELÉFONO A UTILIZAR EN CASO DE URGENCIA
	DIRECCIÓN QUE DEBE SEGUIRSE (DIRECCIÓN INDICATIVA A LAS ANTERIORES)
	HIDRANTE DE TOMA DIRECTA DE AGUA PARA LOS SERVICIOS DE EXTINCIÓN

	<p align="center">ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p align="center">ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 30 de 38</p>














- SEÑALES DE PANEL: SEÑALES DE ETIQUETADO DE PRODUCTOS



			
<p>F = INFLAMABLE F+ = EXTREMADAMENTE INFLAMABLE</p>	<p>O = COBURENTE</p>	<p>E = EXPLOSIVO</p>	<p>C = CORROSIVO</p>
			
<p>T = TÓXICO T+ = EXTREMADAMENTE TÓXICO</p>	<p>Xi = IRRITANTE</p>	<p>Xn = NOCIVO</p>	<p>N = PELIGROSO PARA EL MEDIO AMBIENTE</p>




	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019 Página 31 de 38

- SEÑALES DE PANEL: SEÑALES DE SALVAMENTO O SOCORRO



		
VÍA / SALIDA DE SOCORRO		
		
PRIMEROS AUXILIOS		
		
DUCHAS DE SEGURIDAD	CAMILLA	
		
SALIDA DE SOCORRO DESLIZAR PARA ABRIR	SALIDA DE SOCORRO APOYAR SOBRE LA BARRA PARA ABRIR	
		
ROMPER PARA PASAR	SALIDA DE SOCORRO EMPUJAR PARA ABRIR	

	<p>ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES</p>	<p>Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández</p>
	<p>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</p>	<p>FECHA: Junio de 2019 Página 32 de 38</p>

- OTRAS SEÑALES DE PANEL



	<p>PUERTA DE SALIDA NORMAL</p>
	<p>PUERTA ÚTIL, EN CASO DE INCENDIO, CIÉRRESE</p>
	<p>SEÑAL ADICIONAL</p>





	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019
		Página 33 de 38

11. MEDICIONES Y PRESUPUESTO



PROTECCIONES INDIVIDUALES					
PROTECCIONES DE CABEZA					
NÚMERO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT(€)	TOTAL
1	Casco de seguridad	Ud.	15	3,27	49,05
2	Gafas contra impacto	Ud.	15	7,96	119,40
3	Gafas antipolvo	Ud.	0	7,57	0,00
4	Gafas para soldadura autógena	Ud.	2	6,37	12,74
5	Pantalla de protección contra impacto	Ud.	15	9,15	137,25
6	Pantalla de soldadura eléctrica	Ud.	2	9,79	19,58
7	Protectores acústicos	Par	15	9,77	146,55
8	Tapones anti ruido	Par	0	2,84	0,00
9	Filtros de repuesto para pantalla de soldadura	Ud.	2	0,64	1,28
10	Mascarilla desechable de protección anti polvo	Ud.	15	0,19	2,85
11	Mascarilla anti polvo, con filtro mecánico	Ud.	0	7,85	0,00
12	Filtro mecánico de recambio, para mascarilla anti polvo	Ud.	0	2,05	0,00
13	Mascarilla con filtro químico	Ud.	0	8,52	0,00
14	Filtro químico de recambio, para mascarilla	Ud.	0	2,05	0,00
SUBTOTAL €					488,70
PROTECCIONES DEL CUERPO					
NÚMERO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT(€)	TOTAL
15	Arnés de seguridad	Ud.	5	44,27	221,35
16	Trajes de agua	Ud.	15	6,63	99,45
17	Mandiles cuero para soldador	Ud.	2	11,77	23,54
18	Chaqueta para soldador	Ud.	2	20,55	41,10
19	Cinturón anti vibratorio	Ud.	0	11,24	0,00
20	Faja de sujeción lumbar	Ud.	5	10,10	50,50
21	Ropa anti estática	Ud.	0	78,99	0,00
SUBTOTAL €					435,94

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019
		Página 34 de 38

PROTECCIONES DE EXTREMIDADES					
NÚMERO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT(€)	TOTAL
22	Guantes de uso general	Par	15	2,58	38,70
23	Guantes de soldador	Par	2	5,88	11,76
24	Guantes mixtos de lona y cuero	Par	0	1,48	0,00
25	Guantes dieléctricos	Par	0	5,55	0,00
26	Manguitos de soldador	Par	2	5,18	10,36
27	Polainas de soldador	Par	2	6,00	12,00
28	Calzado de seguridad con puntera metálica y plantilla antiperforación	Par	15	19,50	292,50
29	Botas de agua seguridad con puntera metálica y plantilla	Par	5	16,73	83,65
30	Botas de electricista	Par	0	47,20	0,00
SUBTOTAL €					448,97
TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES €					1.373,61



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019
		Página 35 de 38

PROTECCIONES COLECTIVAS					
SEÑALIZACIÓN GENERAL					
NÚMERO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT(€)	TOTAL
1	Señal normalizada, con soporte metálico, incluida colocación y desmontaje	Ud.	5	32,81	164,05
2	Cartel normalizado, indicativo de riesgo o de normas de seguridad, colocado	Ud.	10	5,30	53,00
3	Cordón de balizamiento reflectante, en instalación doble, incluidos soportes, colocación y desmontaje	m	5	20,50	102,50
4	Vallas de señalización	Ud.	4	49,42	197,68
5	Carteles de información accidentes	Ud.	0	242,97	0,00
6	Señales de indicación elementos	Ud.	3	25,54	76,62
7	Señales de ubicación contra incendios	Ud.	2	25,54	51,08
8	Protección en esperas en armaduras	Ud.	200	0,69	138,00
SUBTOTAL €					782,93
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS					
NÚMERO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT(€)	TOTAL
9	Extintor de polvo ABC, eficacia 34A y 89B	Ud.	2	48,20	96,40
10	Recarga de extintor de polvo ABC	Ud.	2	26,50	53,00
11	Extintor de 5 Kg. de anhídrido	Ud.	1	89,40	89,40
12	Recarga de extintor de 5 Kg. de anhídrido carbónico	Ud.	1	34,70	34,70
13	Manta ignífuga	Ud.	2	9,20	18,40
14	Tarjetas de inspección extintores	Ud.	3	13,13	39,39
SUBTOTAL €					331,29

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019
		Página 36 de 38



TRABAJOS EN HUECOS Y ALTURAS					
NÚMERO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT(€)	TOTAL
15	Vallas de protección	Ud.	5	34,77	173,85
16	Barandillas de protección	m	5	7,86	39,30
17	Cable de seguridad	m	60	2,73	163,80
18	Mallas de señalización	m	20	2,16	43,20
SUBTOTAL €					420,15
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS € 1.534,37					

INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR					
NÚMERO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT(€)	TOTAL
1	Alquiler de caseta para vestuarios y duchas	mes	2	154,07	308,14
2	Taquilla metálica individual vestuario	Ud.	10	61,23	612,30
3	Bancos para vestuario	Ud.	10	34,05	340,50
4	Instalación eléctrica para vestuario	Ud.	1	94,64	94,64
5	Alquiler de caseta para aseos, equipada	mes	0	269,98	0,00
6	Instalación eléctrica para aseos	PA	0	94,66	0,00
7	Instalación de fontanería y saneamiento de caseta de aseos	Ud.	0	347,09	0,00
8	Contenedor basura 120 L verde	Ud.	3	50,27	150,81
9	Agua potable envasada	L	0	0,19	0,00
10	Vaso de plástico mediano	Ud.	0	0,02	0,00
11	Mano de obra empleada en limpieza y conservación de instalaciones	hora	20	8,94	178,80
TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR €					1.685,19

	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019 Página 37 de 38

MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS					
NÚMERO	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT(€)	TOTAL
1	Servicio médico de obra con ambulancia y equipo médico, casetas y material médico	mes	0	15.000,00	0.00
2	Botiquines portátiles	Ud.	0	94,95	0.00
3	Reconocimientos médicos obligatorios	Ud.	15	34,85	522,75
TOTAL MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS €					522,75



	ESTRUCTURA METÁLICA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN RACK DE INSTALACIONES	Trabajo Fin Master Adrián Berdasco Fernández
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	FECHA: Junio de 2019
		Página 38 de 38

RESUMEN DEL PRESUPUESTO	
PROTECCIONES INDIVIDUALES	
PR OT EC CIONES D E CABEZA	488,70
PR OT EC CIONES D EL CUERPO	435,94
PR OT EC CIONES D E EXTR EMID ADES	448,97
Subtotal €	1.373,61
PROTECCIONES COLECTIVAS	
SEÑALIZACIÓN GENERAL	782,93
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	331,29
TRABAJOS EN HUECOS Y ALTURAS	420,15
Subtotal €	1.534,37
INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	
Subtotal €	1.685,19
MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	
Subtotal €	522,75
TOTAL PRESUPUESTO SEGURIDAD €	5.115,92

El presupuesto total de los gastos generales por el capítulo de seguridad y salud asciende a CINCO MIL CIENTO QUINCE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS.