



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERÍA
INDUSTRIAL VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

**DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE
DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE
1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN
VALÈNCIA.**

AUTORA: PORTALES MILLÁN, MARÍA

TUTORA: ESPINÓS CAPILLA, ANA

COTUTOR: LAPUEBLA FERRI, ANDRÉS

Curso Académico: 2019-20

Resumen

El Presente Trabajo Final de Grado de la Alumna María Portales Millán “Diseño y cálculo de la estructura portante de un centro de salud de dos alturas, con una superficie de 1500 m² por planta, situado en Valencia” consiste en el desarrollo de los documentos técnicos necesarios para diseñar, calcular y construir un centro médico, de acuerdo con la normativa vigente.

Cada una de las plantas queda integrada por las oficinas, habitaciones y demás usos que pueden ser necesarios en un edificio de tales características.

El edificio presenta una estructura metálica conformada por pilares, vigas y losas alveolares de hormigón pretensado en calidad de forjado.

Palabras clave: Diseño y cálculo de estructuras; Centro de salud; Estructuras de acero; Simulación por ordenador.

Resum

El present Treball de Final de Grau de l'alumna Maria Portales Millán "Disseny i càlcul de l'estructura portant d'un centre de salut de dues altures, amb una superfície de 1500 m² per planta, situat en València" consisteix en el desenvolupament dels documents tècnics necessaris per a dissenyar, calcular i construir un centre mèdic d'acord amb la normativa vigent.

Cadascuna de les plantes queda integrada per les oficines, habitacions i altres usos que poden ser necessaris en un edifici de tals característiques.

L'edifici presenta una estructura metàl·lica conformada per pilars, bigues i lloses alveolars de formigó pretesat en qualitat de forjat.

Paraules clau: Disseny i càlcul d'estructures; Centre de salut; Estructures d'acer; Simulació per ordinador

Abstract

The present Bachelor Degree Thesis of the student María Portales Millán “Structural design and calculation of a 2-storey health centre with floor area of 1500 m² located in València” consists of the development of the technical documents that are necessary for the design, calculation, and construction of a health centre, in accordance with the current regulations.

Each of the floors are integrated by offices, hospital rooms and other uses which may be necessary in a building of such characteristics.

The building is characterized by a steel structure which is made up of columns, beams, and prestressed concrete hollow-core slabs.

Keywords: Structural design; Health centre; Steel structure; Computer simulation.

Índice

1. Memoria.....	11
1.1. Información previa	12
1.1.1. Objeto del trabajo	12
1.1.2. Alcance del trabajo.....	12
1.1.3. Justificación	12
1.1.4. Motivación.....	13
1.2. Emplazamiento del edificio	13
1.2.1. Descripción del emplazamiento	13
1.2.2. Situación del edificio y características de la parcela	13
1.2.3. Ficha Urbanística	14
1.2.4. Estudio Geotécnico.....	15
1.3. Descripción general del edificio	16
1.3.1. Prestaciones del edificio.....	16
1.3.2. Superficies y volúmenes.....	16
1.3.3. Elementos constructivos	20
1.4. Descripción de la estructura.....	22
1.4.1. Justificación de la solución adoptada.....	22
1.4.2. Cimentación.....	24
1.4.3. Estructura	26
1.5. Normativa de aplicación.....	27
1.6. Resumen del presupuesto.....	28
1.7. Bibliografía	29
2. ANEXO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	31
2.1. Análisis Estructural	32
2.1.1. Software Empleado	32
2.1.2. Método de Cálculo	32
2.2. Materiales	33
2.2.1. Acero	33

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

2.2.2.	Hormigón.....	35
2.3.	Acciones	35
2.3.1.	Acciones Permanentes	36
2.3.2.	Acciones Variables.....	38
2.3.3.	Viento	39
2.3.4.	Acciones Accidentales	41
2.3.5.	Bases de Cálculo	42
2.3.6.	Combinaciones de Acciones	45
2.4.	Predimensionado del canto del forjado.....	48
2.4.1.	Predimensionado del forjado de la primera planta	49
2.4.2.	Predimensionado del forjado de la azotea	50
2.5.	Dimensionamiento de los forjados	52
2.6.	Dimensionado de la estructura	53
2.6.1.	Predimensionado de la estructura	53
2.6.2.	Pilares	54
2.6.3.	Vigas	65
2.6.4.	Arriostramientos	69
2.6.5.	Cimentaciones	76
3.	Mediciones y Presupuesto.....	83
3.1.	Capítulo 1: A Acondicionamiento del terreno.....	84
3.2.	Capítulo 2: C Cimentaciones	85
3.3.	Capítulo 3: E Estructuras	86
3.4.	Capítulo 4: F Fachadas y Particiones	88
3.5.	Capítulo 5: Q Cubierta	89
3.6.	Capítulo 6: Forjado y solado.....	90
3.7.	Presupuesto de Ejecución material (PEM)	92
3.8.	Presupuesto de Ejecución por contrata (PEC).....	92
3.9.	Presupuesto Base de Licitación (PBL).....	92
3.10.	Análisis del presupuesto.....	93
4.	Planos.....	94

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

4.1	Situación y emplazamiento del edificio	97
4.2	Alzados fachada frontal y lateral	98
4.3	Distribución de la planta baja y aparcamiento	99
4.4	Distribución de la segunda planta.....	100
4.5	Planta de la Cubierta.....	101
4.6	Replanteo en parcela	102
4.7	Cimentación	103
4.8	Cimentación. Detalles	104
4.9	Estructura 3D	105
4.10	Estructura metálica. Alineación A.....	106
4.11	Estructura metálica. Alineación B.....	107
4.12	Estructura metálica. Alineación C.....	108
4.13	Estructura metálica. Alineación I.....	109
4.14	Estructura metálica. Alineación 1	110
4.15	Estructura metálica. Alineación 3	111
4.16	Forjado y estrucutra metálica de la primera planta	112
4.17	Forjado y estrucutra metálica de la cubierta.....	113

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Localización. Fuente: Visor del Instituto Cartográfico de Valencia	13
Ilustración 2: Ficha catastral de la Parcela. Fuente: Sede Electrónica del Catastro	14
Ilustración 3. Emplazamiento del edificio en la parcela. Fuente. AutoCAD (elaboración propia)	15
Ilustración 4. Planta baja. Fuente: AutoCAD (elaboración propia)	17
Ilustración 5. Primera planta. Fuente: AutoCAD (elaboración propia)	18
Ilustración 6.Aparcamiento	19
Ilustración 7. Modelo de antepecho. Fuente: Generador de Precios	22
Ilustración 8. Estructura metálica y cimentación	23
Ilustración 9. Perfiles HEB e IPE respectivamente. Fuente: Prontubeam	24
Ilustración 10. Perfil tubular cuadrado. Fuente: Condesa.....	24
Ilustración 11. Ejemplo placa de anclaje	25
Ilustración 12. Cimentación de la estructura	26
Ilustración 13. Modelo de losa alveolar pretensada. Fuente: Alve Prefabricados.....	27
Ilustración 14. Análisis del presupuesto. Fuente: Excel, elaboración propia	29
Ilustración 15 . Valor de la presión dinámica por zonas. Figura D.1 del CTE DB-SE-AE[7].....	39
Ilustración 16. Figura 2.1 Mapa de peligrosidad sísmica de la NCSE-02 [8].....	41
Ilustración 17. Figura 4.1 Desplomes del CTE DB-SE [3].....	45
Ilustración 18. Modelo de losa alveolar 20+5 cm. Fuente: Aljema Prefabricados.....	49
Ilustración 19. Características losa alveolar 20+5 cm. Fuente: Aljema Prefabricados.....	49
Ilustración 20. Ficha técnica losa 20+5 cm. Fuente: Aljema Prefabricados	50
Ilustración 21. Características losa alveolar 15+5 cm. Fuente: Aljema Prefabricados.....	52
Ilustración 22. Informe de cálculo AIDEPLA. Fuente: AIDEPLA	53
Ilustración 23. Armado de negativos, forjado de la primera planta. Fuente: AIDEPLA	53
Ilustración 24. Armado de negativos, forjado de la azotea. Fuente: AIDEPLA.....	53
Ilustración 25. Estructura del edificio.....	54
Ilustración 26. Figura 6.5 del CTE DB-SE-A.	57
Ilustración 27. Zapata comprobada	79

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Ilustración 28. Ejemplo de viga de atado	81
Ilustración 29. Análisis del presupuesto. Fuente: Excel, elaboración propia	93

Índice de Tablas

Tabla 1. Ficha Urbanística.....	15
Tabla 2. Porcentajes de ocupación de la planta baja	17
Tabla 3. Porcentajes de ocupación de la primera planta	18
Tabla 4. Superficies y volúmenes	20
Tabla 5. Acero S275JR y S235	34
Tabla 6. Acero Y1860C.....	34
Tabla 7. Acero B500S y B500SD.....	34
Tabla 8. Tabla 37.3.2 B, EHE 08.	35
Tabla 9. Tabla 3.1 del CTE DB-SE-AE [7].	38
Tabla 10. Tabla 3.4 Valores del coeficiente de exposición c_e del CTE DB-SE-AE [7].	40
Tabla 11. Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos del CTE DB-SE-AE [7].	40
Tabla 12. Resistencia al fuego elementos estructurales del CTE DB-SI [13]	42
Tabla 13. Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad del CTE DB-SE [3].....	46
Tabla 14. Tabla 4.2 coeficientes de simultaneidad del CTE DB-SE [3].....	47
Tabla 15. Características de los pilares empleados.....	55
Tabla 16. Tabla 6.1 del CTE DB-SE-A.....	56
Tabla 17. Tabla 6.5 del CTE DB-SE-A.....	57
Tabla 18. Características de los perfiles empleados para las vigas	65
Tabla 19. Flechas de la viga seleccionada	66
Tabla 20. Características perfiles de arriostramientos.....	69

Índice de Ecuaciones

Ecuación (1)	39
Ecuación (2)	43
Ecuación (3)	43
Ecuación (4)	45
Ecuación (5)	46
Ecuación (6)	47
Ecuación (7)	47
Ecuación (8)	48
Ecuación (9)	48
Ecuación (10)	50
Ecuación (11)	54
Ecuación (12)	54
Ecuación (13)	55
Ecuación (14)	56
Ecuación (15)	56
Ecuación (16).....	57
Ecuación (17)	56
Ecuación (18)	66

1. Memoria

1.1. Información previa

1.1.1. Objeto del trabajo

El objeto de este Trabajo Final de Grado, es el diseño y cálculo de la estructura de un centro médico situado entre los barrios de La Punta y Nazaret, ambos pertenecientes a la ciudad de Valencia.

Dicho trabajo ha sido seguido y tutorizado por los profesores: Dña. Ana Espinós Capilla y D. Andrés Lapuebla Ferri, pertenecientes al departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial en la Universitat Politècnica de València.

En este trabajo se ha realizado el cálculo y la optimización de la estructura metálica necesaria para la construcción de un centro de salud de dos alturas mediante el software CYPE, así como el cálculo de las cimentaciones, de acuerdo con la normativa vigente (Código Técnico de la Edificación). También se ha seguido con la elaboración de los planos y presupuestos pertinentes.

Finalmente, con el desarrollo de este trabajo se persigue obtener por parte de su autora, la alumna María Portales Millán, el título de Graduada en Ingeniería en Tecnologías Industriales.

1.1.2. Alcance del trabajo

El alcance del trabajo que se presenta es el diseño y dimensionado de la estructura portante de un centro médico de acuerdo a la normativa vigente. La estructura se compondrá de pilares, vigas, y forjados de losas alveolares de hormigón pretensado.

Para poder llevarlo a cabo, se ha utilizado el software CYPE 3D y las acciones que se han tenido en cuenta para el cálculo han sido acciones persistentes y acciones variables. Se ha de observar, que no es alcance de este trabajo el tener en cuenta acciones accidentales, tales como fuego o sismo, o acciones de pretensado. Más adelante, se explicará con detalle la normativa seguida, el procedimiento de cálculo, la solución obtenida y demás contenido en relación con el objeto del trabajo.

Por último, se ha de decir que los cálculos se han realizado en base a garantizar la seguridad estructural de los cimientos, acciones en la edificación y aceros, no teniendo en cuenta, la salubridad del edificio, las instalaciones futuras (como puede ser la eléctrica o mecánica), la seguridad frente incendios o la accesibilidad.

1.1.3. Justificación

El hecho de que se haya escogido como objeto de este trabajo un centro de salud, se debe a que se desea garantizar una buena asistencia médica, para los ciudadanos de los barrios de Nazaret y La Punta.

Para ello el centro de salud que se va a diseñar, va a contar con ciertas especialidades médicas de gran demanda y con mayor número de consultas, con el fin de ampliar el número de pacientes que pueden ser atendidos.

1.1.4. Motivación

El motivo por el que ha desarrollado este trabajo ha sido para poner en práctica los conocimientos adquiridos, con relación al diseño, al cálculo de estructuras y a la tecnología de la construcción, en un problema real dado. Dichos conocimientos se pondrán en práctica a la hora de determinar las acciones que actúan sobre el edificio y el cumplimiento de los estados límites de la estructura.

Además, este trabajo también va a servir para desarrollar conocimientos en programas informáticos como son AutoCAD o CYPE 3D, pues han sido necesarios para realizar los cálculos y los planos pertinentes de la estructura.

1.2. Emplazamiento del edificio

1.2.1. Descripción del emplazamiento

El centro médico se va a ubicar entre los barrios de Nazaret y La punta de la localidad de Valencia. Concretamente, la parcela se encuentra en la calle Moreres número 182, en la ciudad de Valencia (cp. 46024), siendo su referencia catastral 9305501YJ2790E0001PI (Ilustración 1).

La situación y emplazamiento del edificio se puede consultar en el “Plano 1: Situación y emplazamiento del edificio”.

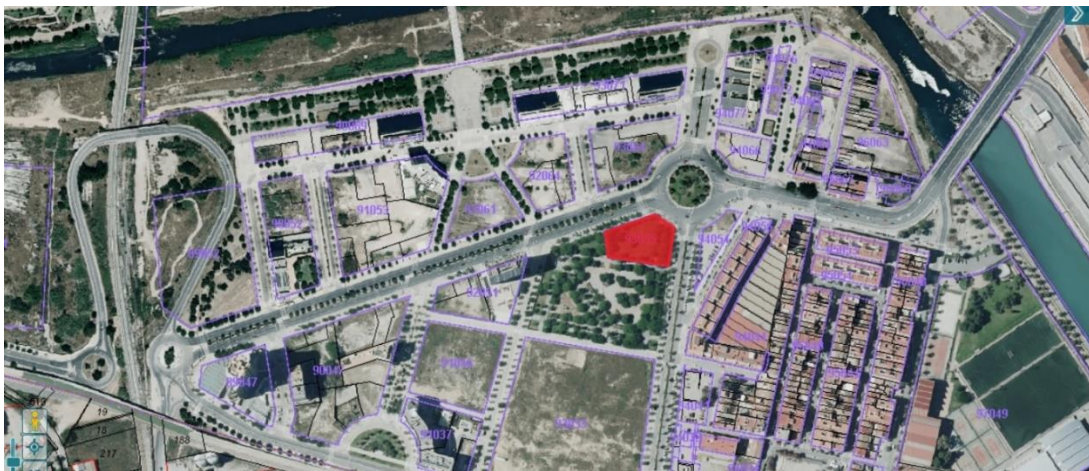


Ilustración 1: Localización. [Fuente: Visor del Instituto Cartográfico de Valencia](#)

1.2.2. Situación del edificio y características de la parcela

La parcela en cuestión está circundada por las calles Moreres, Adolfo de Azcarraga y Camí del Canal. Se trata de una parcela con suelo no edificado en este momento, que consta de 2671 m². La geometría de la parcela consiste en un polígono irregular de 4 lados, uno de ellos con forma redondeada debido al cruce de la Calle Moreres y Camí del Canal en una rotonda. La descripción de la parcela se puede observar en la ficha de la parcela (Ilustración 2) dada por la sede electrónica del catastro.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA



Ilustración 2: Ficha catastral de la Parcela. Fuente: Sede Electrónica del Catastro

El edificio a construir se dispondrá en la parcela de modo que habrá un acceso en la Calle Moreres que dará lugar a la fachada frontal del centro médico. Con el fin de aclarar la situación del edificio en la parcela, se puede consultar el “Plano 1. Situación y emplazamiento del edificio”.

1.2.3. Ficha Urbanística

De acuerdo con el Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Valencia [8], para esta parcela se han definido valores límites para: coeficiente de edificabilidad, coeficiente de ocupación, altura de cornisa, número de plantas máximas, superficie mínima y altura mínima del antepecho.

La “altura entre plantas” equivale a indicar la distancia que hay entre los ejes de los forjados. Este último valor se va a considerar de 3.5 m., que descontando 0.4 m. de altura que tendrá el falso techo en cada una de las plantas (para posibles instalaciones) y una altura de pavimento de unos 0.5 m., nos deja una altura libre de 2.6 m.

Por último, en la cubierta del edificio se va a disponer de un antepecho, para evitar riesgos ante caídas y aumentar la seguridad de la misma. Para este, la altura mínima que se exige es de 1.1 metros, y se ha adoptado 1.5 en el diseño.

Los límites establecidos de las magnitudes antes presentadas y los valores que se dan tras edificar el Centro Médico presentado en este trabajo, se pueden observar en la Tabla 1.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

	PERMITIDO POR NORMATIVA	OBTENIDO TRAS EDIFICAR
COEF. EDIFICABILIDAD MÁXIMO	1.7 $\frac{m^2t}{m^2s}$	1.12 $\frac{m^2t}{m^2s}$
COEF. OCUPACIÓN MÁXIMO	70%	56.11%
SUPERFICIE MÍNIMA EDIFICABLE	100 m ²	1500 m ²
ALTURA MÁXIMA DE CORNISA	13 m.	6 m.
Nº DE PLANTAS MÁXIMAS	3	2
ALTURA MÍNIMA LIBRE DE PLANTAS	2.5 m.	2.6 m.
ALTURA MÍNIMA DEL ANTEPECHO	1.1 m.	1.5 m.

Tabla 1. Ficha Urbanística

Cabe decir que la normativa no exige ningún valor de retranqueo mínimo para situar el edificio dentro de la parcela, por lo que se ha optado por situarla según lo mostrado en la Ilustración 3. En dicha ilustración también se puede observar la situación del aparcamiento con respecto al edificio construido.

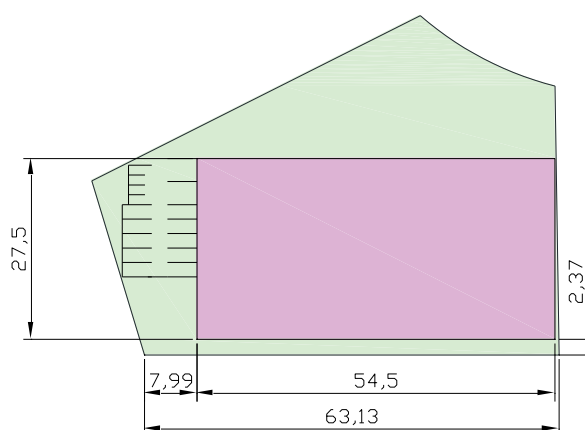


Ilustración 3. Emplazamiento del edificio en la parcela. [Fuente. AutoCAD \(elaboración propia\)](#)

1.2.4. Estudio Geotécnico

Previamente a realizar cualquier obra o edificación, se ha de realizar un estudio geotécnico de la parcela dónde se va a construir. Este último consiste en un reconocimiento del terreno para conocer cuáles son las características y la viabilidad del mismo a la hora de edificar.

El hecho de conocer el terreno donde se quiere edificar es fundamental, ya que las propiedades del suelo afectan al dimensionamiento de las cimentaciones de los edificios y, por consiguiente, al cálculo de la estructura.

A falta de un estudio geotécnico de la parcela para el desarrollo de este trabajo, y teniendo en cuenta el terreno y las edificaciones que hay en las proximidades de la misma, se va a considerar que se trata de un terreno constituido por arena media compacta, cuya resistencia es de 0.2 MPa.

1.3. Descripción general del edificio

1.3.1. Prestaciones del edificio

Como bien se ha introducido anteriormente, el edificio que se va a construir se trata de un centro médico integrado por dos plantas de 1500 m² y 3.5 m. de altura cada una, y una cubierta de acceso privado con el fin de asegurar el mantenimiento de las instalaciones del edificio.

El centro médico dispondrá de consultas de enfermería, medicina general, pediatría, fisioterapia, y especialidades como oftalmología, ginecología, traumatología u odontología, quedando fuera de sus competencias intervenciones quirúrgicas, sala de radiación X o prácticas médicas avanzadas.

La comunicación entre plantas se realizará mediante dos escaleras situadas al sur del edificio y dos ascensores situados en el este y oeste del mismo. A la cubierta solo se podrá acceder mediante una de las escaleras que se han dispuesto, tal y como se observa en el “Plano 5. Planta de la Cubierta”.

1.3.2. Superficies y volúmenes

Tanto la planta baja, como la primera planta y la planta de cubierta cuentan con una superficie de 1500 m² y un aparcamiento al aire libre. Las plantas baja y primera cuentan con una distribución de las habitaciones semejantes, mientras que la cubierta solo será accesible para mantenimiento.

Ambas plantas se han provisto de 4 cuartos de aseo: dos para personal y dos para pacientes, distinguiendo en ambos tipos uno para mujeres y otro para hombres; y un almacén para material sanitario.

1.3.2.1. Descripción de la planta baja

Tal y como se observa en la Ilustración 4, la puerta de acceso al centro médico está situada al nordeste del edificio. En frente de esta se encuentra una sala de información para los pacientes.

La planta cuenta con dos salas de espera, consultas de medicina general al oeste del edificio y urgencias al este (detrás de la sala de información). Además, en esta planta se dispone de una sala de enfermería, una sala para realizar las extracciones de sangre o demás tipos de análisis y una sala para uso del personal.

Para más detalle consúltese el “Plano 3: Distribución de la planta baja y aparcamiento”.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

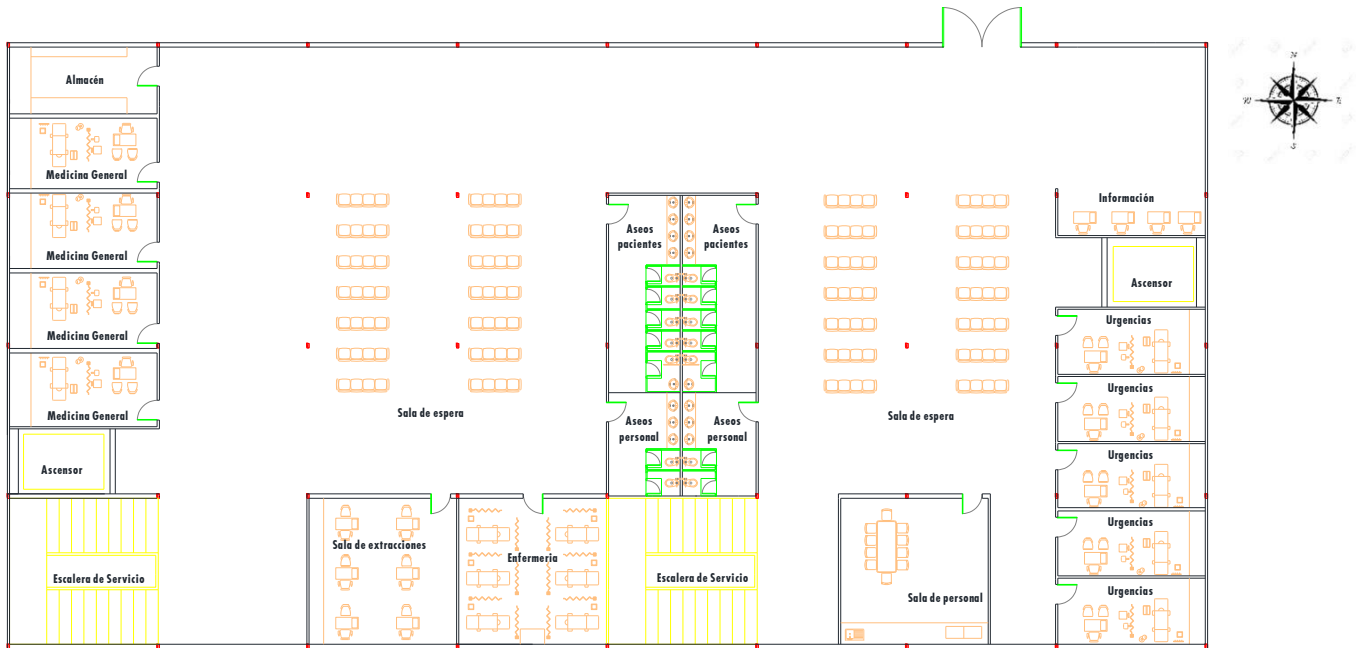


Ilustración 4. Planta baja. Fuente: AutoCAD (elaboración propia)

Los porcentajes de ocupación de cada una de las partes que integran la planta baja se muestran a continuación:

Elemento	Superficie	Porcentaje
Consultas	292.72 m ²	19.28 %
Aseos	95.57 m ²	6.37 %
Ascensores	30.29 m ²	2.12 %
Escaleras	92.82 m ²	6.19 %
Almacén	20.59 m ²	1.37 %
Oficina de información	15.13 m ²	1 %
Sala de personal	47.09 m ²	3.14 %
Salas de espera	150.72 m ²	10.05 %
Espacio libre	760.07 m ²	50.47 %
Total	1500 m ²	100 %

Tabla 2. Porcentajes de ocupación de la planta baja

1.3.2.2. Descripción de la primera planta

La segunda planta (Ilustración 5) está destinada a atender las especialidades de: pediatría, oftalmología, odontología, alergología, traumatología y ginecología. También se ha habilitado una sala de fisioterapia y/o rehabilitación.

Esta planta se puede observar con más detalle en “Plano 4: Distribución de la Segunda Planta”.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

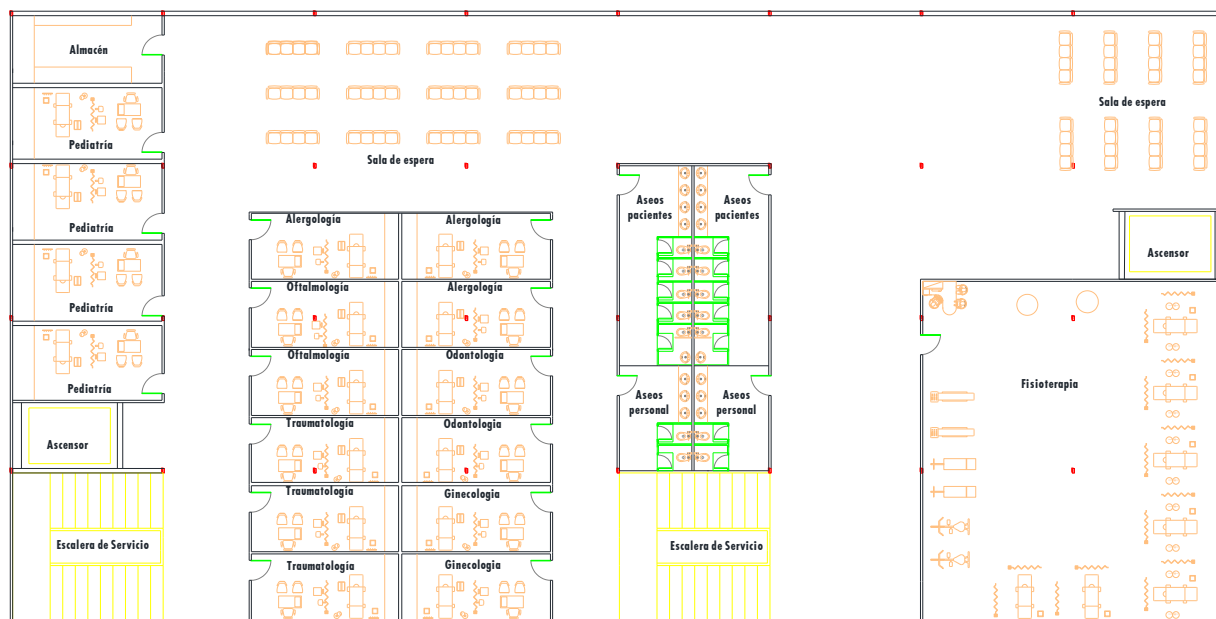


Ilustración 5. Primera planta. Fuente: AutoCAD (elaboración propia)

La ocupación de esta planta queda según lo indicado en la siguiente tabla:

Elemento	Superficie	Porcentaje
Consultas	554.18 m ²	36.72 %
Aseos	95.57 m ²	6.37 %
Ascensores	30.29 m ²	2.12 %
Escaleras	92.82 m ²	6.19 %
Almacén	20.59 m ²	1.37 %
Salas de espera	98.25 m ²	6.55 %
Espacio libre	613.3 m ²	40.69 %
Total	1500 m ²	100 %

Tabla 3. Porcentajes de ocupación de la primera planta

1.3.2.3. Aparcamiento

El edificio cuenta con un aparcamiento al aire libre situado al este del edificio y al cual se tiene acceso por la Calle Moreres. La distribución, así como el diseño del aparcamiento está sujeto al Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Valencia [8].

Según el Artículo 5.128 del plan citado en el párrafo anterior, las plazas de aparcamiento han de tener las siguientes áreas:

- Vehículos de cuatro ruedas: 4.5x2.20 m².
- Vehículos de dos ruedas: 2.5x1.5 m².
- Vehículos para minusválidos: 4.5x3.5 m².

Según este mismo artículo y teniendo en cuenta las dimensiones de cada tipo de aparcamiento, el área total del mismo (incluyendo las zonas de acceso y maniobra) será el resultado de multiplicar el número

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

de plazas necesarias por 20. Las plazas necesarias para un edificio con oficinas se indican en el Artículo 5.135 del Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Valencia [8]:

“Se dispondrá, como mínimo, una plaza de aparcamiento para automóvil por cada 100 metros cuadrados o fracción superior a 50 metros cuadrados de superficie construida de oficina”

Por otra parte, respecto a las plazas que se han de reservar para vehículos de minusválidos, se indica lo siguiente en el Artículo 5.137:

“En los locales de aparcamiento de superficie mayor de 600 metros cuadrados se reservará, como mínimo, un 2% de las plazas para minusválidos”.

Según lo indicado, se procede al diseño del aparcamiento considerando una plaza por cada 150 m² de oficinas, por lo que se obtiene un total de 20 plazas de aparcamiento. De estas 20 plazas, un 2% han de ser destinadas a vehículos para minusválidos, es decir, 1 plaza. Finalmente, la superficie total de aparcamiento será resultado de multiplicar las plazas necesarias por 20, equivalente a un total de 400 m².

Por el contrario, el artículo 5.127 del plan de ordenación de urbana, indica que el área necesaria obtenida anteriormente puede ser reducida hasta un 50%, es decir, 200 m². Teniendo en cuenta esto, el centro médico que se construirá estará dotado finalmente de 203.03 m² de aparcamiento, es decir, un 50.75% de lo calculado y contará con 10 plazas para vehículos de 4 ruedas, 4 plazas para vehículos de dos ruedas, y dos plazas para vehículos adaptados a minusválidos (Ilustración 6).

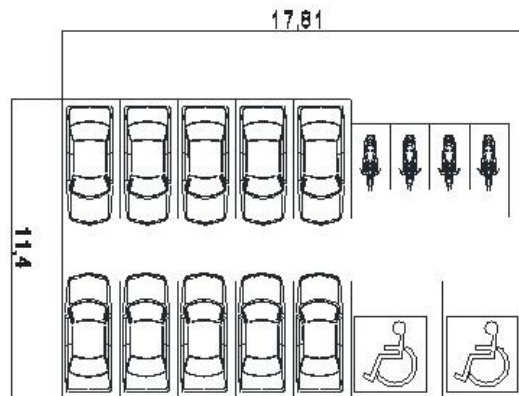


Ilustración 6. Aparcamiento

1.3.2.4. Resumen

En conclusión, las plantas baja y primera disponen de una superficie de 1500 m² y el aparcamiento de 203.03 m². Cada planta tiene 3.5 m. de altura, lo que nos da un volumen de edificio de 10500 m³. Obsérvese la Tabla 4.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

PLANTA BAJA	1500 m ²
PLANTA PRIMERA	1500 m ²
AZOTEA	1500 m ²
ALTURA LIBRE POR PLANTA	3.5 m.
VOLUMEN TOTAL	10500 m ³

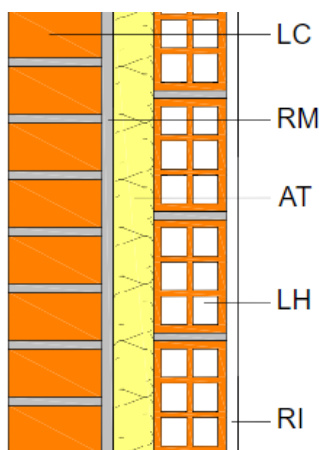
Tabla 4. Superficies y volúmenes

1.3.3. Elementos constructivos

Toda unidad de obra requiere para su construcción una serie de materiales que ayudan a su funcionamiento correcto. Los elementos constructivos se limitan a soportar su peso propio y se eligen en función del uso del edificio. A continuación, se describen aquellos que van a completar el diseño del centro médico:

- **Cerramiento de fachada**

Para proteger la fachada exterior de los agentes atmosféricos en aquellas partes donde no existan cristalerías, se utilizará ladrillo cerámico perforado de 11,5cm de espesor, con revestimiento intermedio y aislamiento térmico.



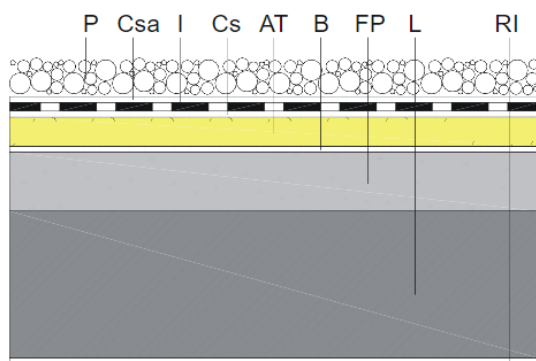
Cerramiento de fachada
LH: Fábrica de ladrillo cerámico hueco
LC: Fábrica de ladrillo cerámico perforado
AT: Aislamiento
RM: Revestimiento intermedio
RI: Recubrimiento interior

Ilustración 7. Detalle cerramiento de fachada. Fuente: [Catálogo de elementos constructivos del CTE](#)

- **Cerramiento de cubierta**

Para el diseño de este edificio se ha dispuesto una cubierta plana convencional, no transitable, sin cámara de aire, con soporte resistente horizontal a base de una losa alveolar con capa de compresión de 20 cm de espesor, capa de protección de grava, capa de impermeabilización, aislamiento térmico, barrera de vapor y formación de pendientes de hormigón con áridos densos. Revestimiento interior con guarnecido de yeso. Obsérvese la Ilustración 8.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

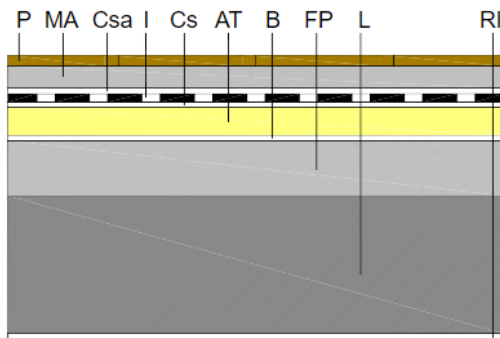


Cerramiento de cubierta
P: capa de protección. Capa de grava.
Csa: filtro sintético geotextil, que actúa como capa separadora de baja protección
I: capa de impermeabilización constituida por una lámina asfáltica
Cs: lamina geotextil que funciona como capa separadora
AT: aislamiento de conductividad térmica de 0.087 W/m K
B: betún aditivado, que actúa como barrera contra el vapor
FP: formación de pendientes integrada con hormigón de áridos densos
L: losa alveolar de 20 cm de canto con capa de compresión
RI: revestimiento interior con guarnecido de yeso

Ilustración 8. Detalle de cerramiento de cubierta. Fuente: [Catálogo de elementos constructivos del CTE](#)

- **Solado**

Para el solado se va a utilizar terrazo sobre mortero, constituido por las siguientes partes:

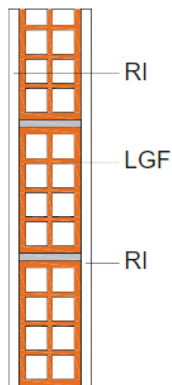


Cerramiento de fachada
P: capa de protección. Solado Fijo para exteriores
MA: capa de mortero como material de agarre y/o nivelación
Csa: capa separadora de baja protección constituida por una lámina de filtro sintético geotextil
I: capa de impermeabilización
Cs: lamina geotextil que funciona como capa separadora
AT: aislamiento de conductividad térmica de 0.033 W/m K
B: lámina de polietileno de baja densidad que actúa como barrera contra el vapor
FP: formación de pendientes integrada con hormigón de áridos densos
L: losa alveolar de 20 cm de canto con capa de compresión
RI: revestimiento interior con guarnecido de yeso

Ilustración 9. Detalle del solado. Fuente: [Catálogo de elementos constructivos del CTE](#)

- **Tabiquería y enlucido**

Para las particiones interiores de los edificios se va a utilizar ladrillo cerámico de hueco doble, de gran formato, de 7 cm de espesor, con revestimiento de guarnecido de yeso en ambas caras (Ilustración 10).



Tabiquería
RI: recubrimiento interior constituido por guarnecido de yeso
LGF: Tabique de obra de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble de gran formato, de e=7cm

Ilustración 10. Detalle de la tabiquería utilizada en el edificio. [Fuente: Catálogo de elementos constructivos del CTE](#)

- **Antepecho**

El antepecho que se va a colocar en la azotea es de hormigón armado, de 1.5 m. de alto y 0.2 m. de ancho:

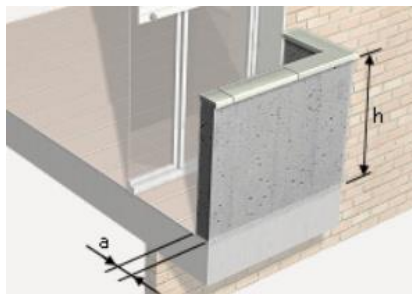


Ilustración 11. Modelo de antepecho. [Fuente: Generador de Precios](#)

1.4. Descripción de la estructura

1.4.1. Justificación de la solución adoptada

En primer lugar, para el diseño del objeto de este proyecto, se ha optado por la utilización de una estructura metálica de acero S275JR y de acero S235 para los elementos de arriostramiento del edificio. El hecho de confeccionar estructuras metálicas de acero supone numerosas ventajas como:

- Permite el uso de pocos pilares.
- Facilita futuras ampliaciones de los edificios.
- Variedad de sistemas de cerramientos y cubiertas.
- Larga vida útil y sencillez de mantenimiento.
- Diseño eficiente energéticamente.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

- Mayor velocidad de construcción.

El edificio que se ha calculado se trata de un centro médico, que se ha diseñado con una distribución de pilares regular y cuya planta es rectangular. Tal y como se puede ver en la Ilustración 12, la estructura está formada por 9 pórticos distribuidos a largo del edificio, separados entre sí 6.81 m (crujía), dando una longitud final de 54.5 m. A su vez, estos pórticos están integrados, cada uno, por 5 pilares equidistantes, dando una luz del edificio de 27.5 m.

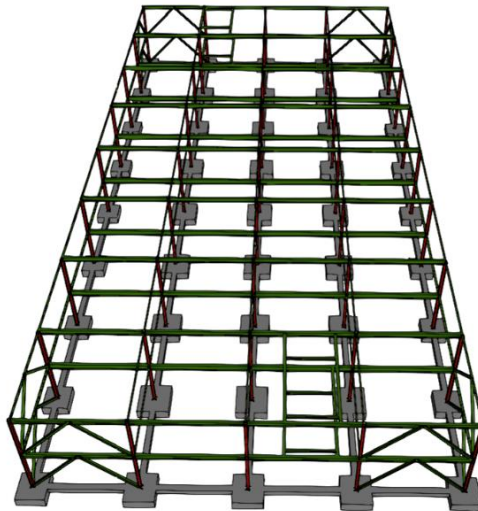
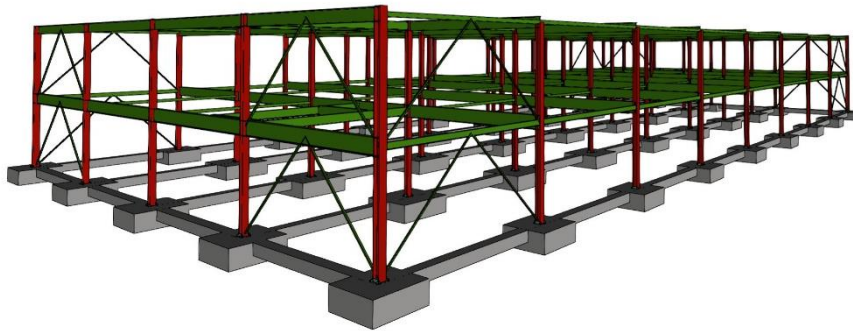


Ilustración 12. Estructura metálica y cimentación

La altura de pilares (cuyo arranque se sitúa en la cimentación o en los forjados de cada planta) es de 3.5 m y se han utilizado para su función perfiles metálicos laminados en caliente HEB, puesto que presentan mayor resistencia a la compresión. Como se aprecia en la ilustración indicada antes, los pilares de cada pórtico están unidos mediante vigas implementadas con perfiles IPE, puesto que, al ser elementos horizontales, van a trabajar principalmente a flexión, y este tipo de perfiles son más adecuados para ello. En la Ilustración 13, se observa el tipo de perfiles descritos anteriormente.

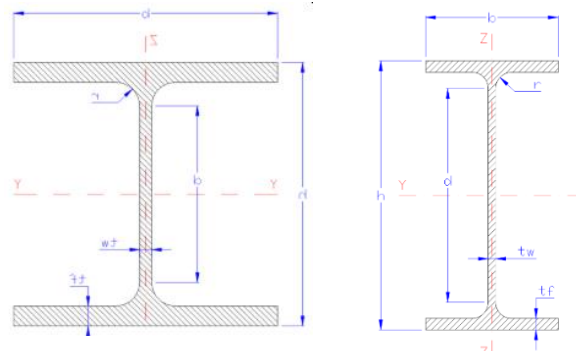


Ilustración 13. Perfiles HEB e IPE respectivamente. Fuente: Prontubeam

El arriostramiento del edificio se ha hecho mediante el uso de “V” invertidas, implementadas con perfiles tubulares cuadrados conformados en frío, que trabajarán tanto a compresión como a tracción (Ilustración 14), dispuestos en las cuatro esquinas. Además, el arriostramiento necesario es mínimo en comparación con el que se ha de utilizar en el diseño de una nave industrial, puesto que se aprovecha el efecto diafragma que provoca el uso de forjado en edificios de varias plantas, tal y como se explicará más adelante.

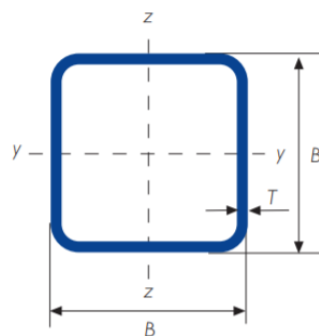


Ilustración 14. Perfil tubular cuadrado. Fuente: Condesa

Para finalizar este apartado, cabría señalar que, las escaleras que conforman el edificio también son metálicas. Las escaleras serán de dos tramos con un ancho total de 2.4 m., los escalones contarán con un tamaño de huella de 0.3 m y una contrahuella de 0.22 m.

1.4.2. Cimentación

Una vez descrita la estructura, hemos de describir como se conecta la misma con el terreno donde se va a ubicar. La cimentación es una parte esencial a la hora de desarrollar el diseño, cálculo y construcción de un edificio, puesto que es la encargada de transmitir las cargas y esfuerzos provenientes de la estructura al terreno para que este las absorba.

La cimentación del edificio que se ha desarrollado se puede observar en el “Plano 7. Cimentación” y “Plano 8. Cimentación. Detalles”. Esta se compone de:

- **Placas de anclaje**

Las placas de anclaje son el nexo de unión entre la estructura (pilares) y los elementos de la cimentación en sí. Las placas de anclaje cumplen dos tipos de funciones: mecánicas y constructivas:

- Mecánicas: transmitir los esfuerzos y las cargas entre dos materiales diferentes, el acero de los pilares y el hormigón de las zapatas de cimentación.
- Constructivas: posiciona de forma exacta el pilar, asegura la nivelación entre pilares (misma cota para las bases de todos ellos), y aploma los pilares.

Estas uniones están constituidas por tres elementos principales:

- La placa base: está compuesta del mismo acero que el de los pilares (S275JR), pues estos se han de soldar a la misma.
- Pernos: son los encargados de anclar el conjunto anterior a la cimentación. Estos elementos se colocan simétricamente alrededor del eje de flexión y tienen la longitud suficiente para transmitir los esfuerzos de tracción.
- Cartelas de rigidez: son elementos que se colocan verticalmente, sobre la placa base, para mejorar la resistencia de esta a flexión.

En nuestro caso particular se han dispuesto 4 tipos de placas de anclaje, se detallan las características comunes de todos los tipos (ver Ilustración 15):

- Placa de 350x350x15 mm con 4 pernos $\varnothing 16$, con patilla a 90º y 30 cm de longitud.
- Placa de 350x350x15 mm con 4 pernos $\varnothing 16$, con patilla a 90º y 40 cm de longitud.
- Placa de 350x350x15 mm con 4 pernos $\varnothing 20$, con patilla a 90º y 40 cm de longitud.
- Placa de 400x400x15 mm con 4 pernos $\varnothing 16$, con patilla a 90º y 30 cm de longitud.

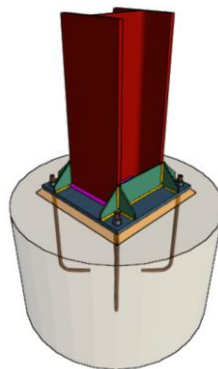


Ilustración 15. Ejemplo placa de anclaje

- **Zapatas**

Para la cimentación del edificio que se desea diseñar se ha optado por la utilización de zapatas aisladas, un tipo de cimentación directa o superficial (se suelen realizar a poca profundidad). La cimentación es la finalmente encargada de transmitir todas las cargas y esfuerzos de la estructura al terreno.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Cada una de las zapatas está compuesta por una capa de hormigón de limpieza con el fin de convertir la superficie de excavación en un plano horizontal y crear un suelo permeable, que evita la desecación y/o contaminación del hormigón estructural que se ha de verter posteriormente. Esta capa de hormigón de limpieza tendrá un espesor mínimo de 10 cm.

Por otra parte, otro de los elementos que componen las zapatas son las armaduras de acero, que se diseñan para garantizar la capacidad estructural de la cimentación, es decir, la capacidad resistente de la misma.

A la hora de diseñar las zapatas de la cimentación, se ha primado que tengan un canto superior o igual a 70 cm y la reducción máxima posible del volumen de hormigón a emplear.

En la Ilustración 16, se presenta la cimentación calculada para el centro médico que se está desarrollando. Se observan 3 tipos de cimentación, siendo sus características:

- Tipo 1: zapata cuadrada de dimensiones 180x180x70 cm.
- Tipo 2: zapata cuadrada de dimensiones 200x200x70 cm.
- Tipo 3: zapata cuadrada de dimensiones 220x220x70 cm.

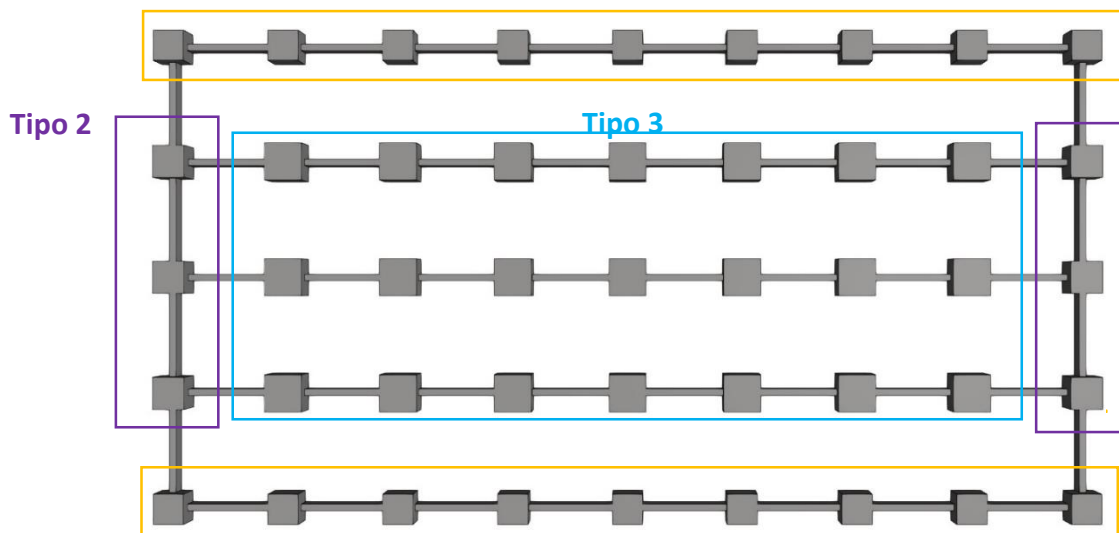


Ilustración 16. Cimentación de la estructura

- **Vigas de atado**

Las vigas de atado son una parte de la cimentación cuya función es unir cada una de las zapatas aisladas para dotarlas de mayor estabilidad. Este tipo de vigas están hechas de hormigón armado y para su puesta en obra también se utiliza hormigón de limpieza. Estos elementos también se pueden observar en la Ilustración 16.

Finalmente, las vigas de atado que se han empleado son vigas de 40x40 cm² de sección.

1.4.3. Estructura

La estructura finalmente desarrollada la podemos describir en dos sub-apartados:

1.4.3.1. Estructura metálica

La estructura metálica está formada por los pilares, vigas, zunchos y arriostramientos que la conforman.

Para los pilares se han escogido pilares HEB180, HEB220 y HEB240. Para las vigas de los pórticos principales se han escogido perfiles IPE300, IPE360 e IPE450. Para los zunchos que arriostran los pórticos entre si se han escogido IPE140 e IPE200 para aquellos que forman parte del perímetro del edificio, siendo IPE120 los zunchos interiores. Así también, se han empleado IPE330 para aquellos que conforman los huecos de los ascensores.

Finalmente, y tal y como se ha explicado antes, para las diagonales que conforman los arriostramientos del edificio se ha escogido perfiles cuadrados SHS 140x4.

1.4.3.2. Forjado

Al ser un edificio de varias plantas se ha utilizado como forjado lasas alveolares pretensadas que permiten, entre otras cosas, manejar grandes luces de forjados y sobrecargas con cantos de losa pequeños, montaje rápido, eliminación del apuntalamiento del forjado...

Cabe decir que los forjados son elementos estructurales que soportaran todas las cargas actuantes en cada una de las plantas del edificio.

Como se explicará más adelante (apartado Método de Cálculo) es necesario disponer de una capa de compresión y de un mallazo de reparto para asegurar el correcto funcionamiento de la estructura, así como para resolver el cálculo que se ha realizado en el presente trabajo.

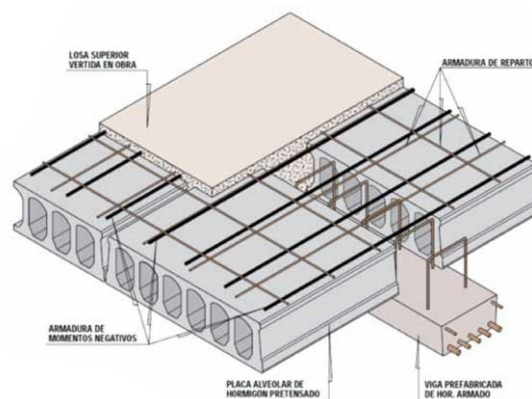


Ilustración 17. Modelo de losa alveolar pretensada. [Fuente: Alve Prefabricados](#)

1.5. Normativa de aplicación

Como cualquier proyecto ingenieril o de cualquier aplicación, se han de seguir una serie de leyes y normativas para su correcto desarrollo y aplicación. Para realizar el diseño y cálculo del objeto de este proyecto se ha tenido en cuenta el Código Técnico de la Edificación [2].

La ley 38/1999, conocida como LOE, “Ley de Ordenación de la Edificación” [1], establece los requisitos básicos que deben satisfacer los edificios para garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente. Se establece “El Código Técnico de la Edificación” [2], (RD 314/2006), como marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad que se establecen en la LOE.

Para el presente Trabajo de final de Grado, teniendo en cuenta el alcance del mismo, se ha recurrido a los siguientes documentos básicos que conforman el CTE:

- “DB-SE Seguridad Estructural” [3]: dentro de este documento básico, se ha prestado especial atención a:
- DB-SE-A. Acero [4].
- DB-SE-C. Cimientos [5].
- DB-SE-AE. Acciones en la edificación [6].

También se han consultado otros documentos:

- EHE-08 “Instrucción de hormigón estructural” [7] (RD 1247/2008).
- NCSE-02 “Norma de construcción sismo resistente” [8] (RD 997/2002).

1.6. Resumen del presupuesto

Presupuesto de ejecución material (PEM)	Importe(€)
Capítulo 1: A Acondicionamiento del Terreno	5.723,95
Capítulo 2: C Cimentaciones	25.804,68
Capítulo 3: E Estructuras	131.202,88
Capítulo 4: F Fachadas y Particiones	89.107,76
Capítulo 5: Q Cubierta	95.640
Capítulo 6: F Forjado y Solado	285.710,80
TOTAL Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	633.190,07

Resumen de Presupuesto	Importe (€)
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	633.190,07
Beneficio Industrial (6%)	37.991,35
Gastos Generales (13%)	82.314,58
Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)	753.496,18
IVA (21%)	158.234,20
Presupuesto Base de Licitación (PBL)	911.730,37

FINALMENTE, EL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN ASCIENDE A NOVECIENTOS ONCE MIL SETECIENTOS TREINTA EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS.

A continuación, se presenta un gráfico circular con el fin de observar cómo influye cada partida en el presupuesto final y que más adelante será explicado:

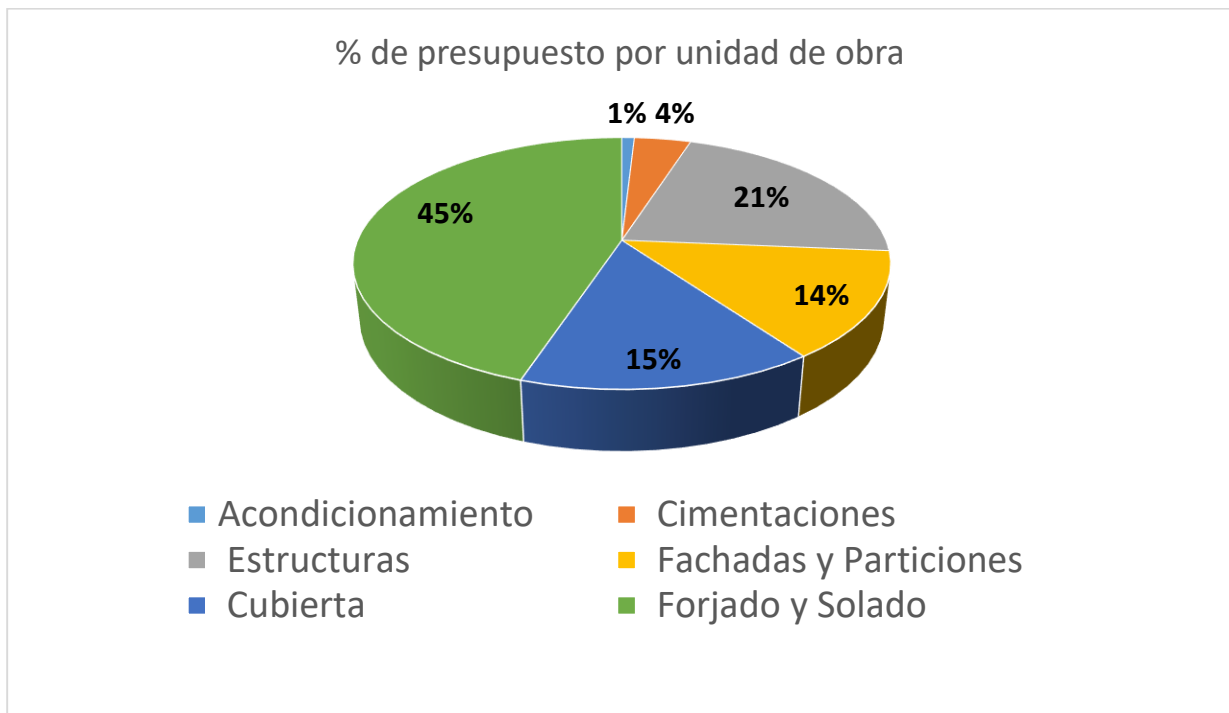


Ilustración 18. Análisis del presupuesto. Fuente: Excel, elaboración propia

1.7. Bibliografía

- [1] Ley de Ordenación de la Edificación. Publicada en el BOE el 4 de mayo de 2006.
- [2] Código Técnico de la Edificación “CTE”. Real Decreto 314/2006. 17 de marzo.
- [3] Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural “CTE DB-SE”. Real Decreto 314/2006. 17 de marzo.
- [4] Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural-Acero “CTE DB-SE-A”. Real Decreto 314/2006. 17 de marzo.
- [5] Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural-Cimientos “CTE DB-SE-C”. Real Decreto 314/2006. 17 de marzo.
- [6] Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad Estructural-Acciones en la Edificación “CTE DB-SE-AE”. Real Decreto 314/2006. 17 de marzo.
- [7] Instrucción de Hormigón Estructural “EHE 08”. Real Decreto 1247/2008, 18 de julio.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

- [8] Norma de Construcción Sismorresistente "NCSE-02". Real Decreto 997/2002, 27 de septiembre.
- [9] Plan General de Ordenación Urbana. Ayuntamiento de Valencia. Boletín Oficial de la Provincia núm. 259, 31 de octubre de 1990.
- [10] Instrucción de Acero Estructural. "EAE". Real Decreto 751/2011, 27 de mayo.
- [11] J. M. Montalvá Subirats, A. Hospitaler Pérez, H. Saura Arnau y D. Hernández Figueirido. Proyecto estructural de edificio industrial: "Diseño y cálculo de estructuras metálicas". Valencia, Universidad Politécnica de Valencia, 2014.
- [12] CYPE Ingenieros, S.A. CYPE 3D: Memoria de cálculo 2020.
- [13] Código Técnico de la Edificación. Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio "CTE DB-SI". Real Decreto 314/2006. 17 de marzo.

2. ANEXO DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

2.1. Análisis Estructural

2.1.1. Software Empleado

El software principal que se ha empleado en la elaboración de este trabajo ha sido CYPE (CYPE Ingenieros S.A). CYPE es un software para arquitectura, ingeniería y construcción que cuenta con diversos programas. Entre estos últimos se encuentra la plataforma Generador de Pórticos y CYPE3D, que han sido los programas realmente utilizados. Ambos programas contribuyen a realizar el cálculo y dimensionado de estructuras metálicas, las cuales pueden incluir forjados. CYPE realiza todos los procesos, cálculos y comprobaciones de acuerdo al CTE DB-SE [3]. La versión académica que se ha utilizado de este software se denomina CAMPUS.g.

Por otra parte, para la edición y/o elaboración de los planos se ha utilizado el software AUTOCAD 2020 de la compañía Autodesk, y para la elaboración de la presente memoria Microsoft Office Word y Excel.

Por último, se ha de indicar que para el diseño y selección del tipo de forjado se ha empleado el programa de cálculo [AIDEPLA](#) elaborado Héctor Saura Arnau y Vicente Albero Gabarda de la U.D Construcción y Arquitectura Industrial de la Universidad Politécnica de València. Con él, se ha comprobado: el canto mínimo del forjado, espesor de la capa de compresión, dimensionamiento de la armadura de negativos y del mallazo de reparto.

2.1.2. Método de Cálculo

En la Memoria de Cálculo de CYPE 3D [12] se explica que el cálculo del modelo de barras se realiza en tres dimensiones. Para realizar dicho cálculo se va a asumir un comportamiento elástico y lineal de los materiales. Por otra parte, CYPE 3D permite establecer cualquier dirección para las cargas aplicadas.

En relación con los nudos de la estructura, se van a emplear nudos genéricos a los que les asignaremos un tipo de vinculación dependiendo de su localización en la estructura: las uniones entre las vigas y los pilares en cada uno de los pórticos serán del tipo rígido (los desplazamientos y los giros están impedidos), y las uniones que conectan los pilares con las vigas que atan a los pórticos entre sí, se desarrollarán en forma de articulaciones (los giros entre barras son libres). A parte, se va a establecer la compatibilidad de deformaciones en todos los nudos y la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta con el fin de simular el efecto diafragma que crean los forjados, es decir, los nudos que formen cada una de las plantas solo podrán girar y desplazarse en su conjunto, limitando a 3 el número de grados de libertad de cada uno de ellos. Con este hecho se logra, que, todas las acciones horizontales que actúen en la estructura a nivel de cada planta sean transmitidas a los arriostramientos, causando así que la estructura sea intraslacional. El efecto diafragma viene recogido de forma indirecta por la NCS-02 [8]:

“La existencia de una capa superior armada, monolítica y enlazada a la estructura en la totalidad de la superficie de cada planta permite considerar a los pórticos como bien arriostrados entre sí en todas las direcciones”.

En la misma norma también se puede encontrar la siguiente afirmación:

“Se considera que si la aceleración sísmica básica es inferior a la indicada en el articulado para cada tipo de construcción no se generan sollicitaciones peores que en las demás hipótesis de carga, dada la diferencia de coeficientes de seguridad y de acciones simultaneas que deben considerarse para el sismo”.

Considerando, debido a lo explicado en la cita anterior, las acciones de viento y/o cualquier combinación de carga en la que intervenga, se pueden considerar más relevantes que las de sismo en el cálculo del presente edificio, y que la norma NCSE-02 [8] indica que para sismo se cumple:

“La existencia de una capa superior armada, monolítica y enlazada a la estructura en la totalidad de la superficie de cada planta, permite considerar a los pórticos como bien arriostrado entre sí en todas las direcciones”.

Sabiendo esto, y según las afirmaciones dadas en el Artículo 5.3: “Estabilidad Lateral Global” del CTE DB-SE-A [6]:

“Para arriostrar, pueden usarse pantallas horizontales (diafragmas rígidos o forjados) o verticales (cerramientos o particiones de fábrica, chapa conformada, paneles, muros de hormigón, etc), siempre que:

a) Se pueda asegurar su permanencia durante el periodo de servicio del edificio y se proyecten correctamente en cuanto a su trabajo conjunto, mediante una adecuada interacción de la estructura principal con la de arriostramiento acorde con los cálculos realizados, y su conexión a la cimentación o su punto preciso de interrupción;

b) Se consideren los posibles esfuerzos sobre la estructura debidos a la coacción de la libre deformación de los propios cerramientos o particiones por efectos térmicos o reológicos (coacción impuesta por la propia estructura);

c) Se asegure la resistencia de los medios de conexión a la estructura;

d) Así se haga constar expresamente en la memoria del proyecto.”

Finalmente, se puede concluir este apartado diciendo que en el edificio a diseñar se dispondrán de forjados para conformar las plantas de la estructura y contarán con una capa de compresión y un mallazo de reparto, garantizando así el arriostramiento de los pilares de cada planta en todas las direcciones y se cumpla la existencia del efecto diafragma.

2.2. Materiales

Los materiales que se han empleado para la confección del diseño y el posterior cálculo del presente edificio han sido: acero y hormigón.

2.2.1. Acero

Como se ha comentado antes, la normativa que rige la utilización de acero en obras constructivas y que por tanto se va a utilizar, es la que se encuentra en el CTE DB-SE-A [4] (en el caso de acero para estructuras metálicas) y en la EHE-08 [7] (en el caso de aceros para hormigón).

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Dependiendo del elemento que tratemos en la obra, se van a utilizar diferentes tipos de aceros:

- **Acero S275JR y S235:** el acero S275JR es un tipo de acero cuyo límite elástico es 275 MPa. Este acero va a estar presente en los perfiles laminados en caliente y normalizados que se van a emplear en la estructura metálica (vigas, zunchos, pilares, jácenas, placas de anclaje...). El acero S235 es el que se ha empleado para implementar los arriostramientos del edificio, su límite elástico es 235 MPa. Sus características se pueden ver en la siguiente tabla (Tabla 5).

	Características del acero S275JR	Características del acero S235
Límite elástico, f_y (N/mm ²)	275 N/mm ²	235 N/mm ²
Módulo de elasticidad longitudinal, E (N/mm ²)	210000 N/mm ²	210000 N/mm ²
Densidad, ρ (kg/m ³)	7850 kg/m ³	7850 kg/m ³
Módulo de elasticidad transversal, G (N/mm ²)	81000 N/mm ²	81000 N/mm ²
Coeficiente de Poisson, ν	0.3	0.3
Coeficiente de dilatación térmica, α (°C) ⁻¹	$1.2 \cdot 10^{-5}$ (°C) ⁻¹	$1.2 \cdot 10^{-5}$ (°C) ⁻¹

Tabla 5. Acero S275JR y S235

- **Acero de los forjados:** según el fabricante al que se ha recurrido para seleccionar los forjados que integran el edificio, el acero de pretensar de las placas alveolares es Y1860C y sus características se presentan en la siguiente tabla (Tabla 6).

Características del acero Y1860C	
Límite elástico, f_{pk} (N/mm ²)	1685 N/mm ²
Alargamiento de rotura	4%

Tabla 6. Acero Y1860C

- **Acero B500SD:** En las armaduras pasivas (el acero empleado en las zapatas de cimentación o en las vigas de atado) y en las placas de anclaje, se ha empleado acero B500SD, un tipo de acero corrugado soldable, con límite elástico de 500 MPa y características especiales de ductilidad. Las características de dicho acero se presentan en la Tabla 7.

	Características del acero B500SD
Límite elástico, f_y (N/mm ²)	500 N/mm ²
Carga unitaria de rotura, f_s (N/mm ²)	575 N/mm ²
Alargamiento de rotura, A5(%)	16%
Relación f_s/f_y	1.05-1.35

Tabla 7. Acero B500S y B500SD

2.2.2. Hormigón

El hormigón es un material pétreo obtenido a partir de una mezcla proporcionada (dosificación) de cemento (conglomerante hidráulico), agua, áridos (arena y grava), aditivos y adiciones.

El hormigón es un material que destaca por su durabilidad, resistencia mecánica y una fácil puesta en obra. A lo largo de este trabajo, se van a utilizar dos tipos de hormigón, el hormigón no estructural y el estructural:

- El hormigón no estructural, es un hormigón de limpieza o solera de asiento, que tal y como se ha explicado antes, es necesario aplicarlo sobre la superficie excavada para regular el terreno y evitar la desecación del hormigón estructural. Este tipo de hormigones tienen una resistencia a compresión menor de 20 N/mm². Esta capa de hormigón tendrá un espesor mínimo de 10 cm, dosificación mínima de 150 kg/m³ y un tamaño máximo del árido de 30 mm.
- El hormigón estructural es el hormigón que se utiliza para la construcción de las zapatas aisladas, las vigas de atado, y también para la capa de compresión de los forjados, y que, junto con la armadura de reparto, aseguran el efecto diafragma en los forjados.

A la hora de elegir correctamente las clases de hormigón que vamos a emplear, hemos de tener en cuenta la clase general de exposición para evitar la corrosión de las armaduras. Para los hormigones armados de cimentaciones o la losa de la azotea, la clase es IIa, que significa una clase normal expuesta a humedad alta, mientras que, para el forjado de la primera planta, al estar en un ambiente protegido la clase es I. Según la Tabla 37.3.2 B, perteneciente al capítulo VII. Durabilidad de la EHE-08 [7] (Tabla 8 en este documento), para esta clase general de exposición y según el requisito de durabilidad, el valor de resistencia mínima que han de tener los hormigones antes indicados es de 25 MPa.

Tabla 37.3.2.b
Resistencias mínimas recomendadas en función de los requisitos de durabilidad (*)

Parámetro de dosificación	Tipo de hormigón	Clase de exposición													
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	0a	0b	0c	H	F	E	
Resistencia mínima (N/mm ²)	Masa	20	—	—	—	—	—	—	—	30	30	35	30	30	30
	Armado →	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30	
	Pretensado →	25	25	30	30	35	35	35	30	35	35	30	30	30	

Tabla 8. Tabla 37.3.2 B, EHE 08.

La designación tipificada del hormigón empleado en zapatas o vigas según la EHE-08 [7] es: HA-25/B/20/IIa. Así mismo, la designación tipificada del hormigón de limpieza empleado es: HL-150/B/20.

Para concluir, en cuanto al hormigón armado empleado en los forjados de la primera planta y/o cubierta, cabe decir que se ha empleado hormigón HP-40/S/12, lo que significa, que es hormigón pretensado, con una resistencia característica de 40 MPa, consistencia seca y un tamaño máximo de árido de 12 mm de diámetro.

2.3. Acciones

Para el cálculo de la estructura se han considerado los siguientes tipos de acciones según lo indicado en el CTE DB-SE [7]. Dicha clasificación se ha realizado en base a su variación con el tiempo:

- Acciones Permanentes
- Acciones Variables:
 - Sobrecargas de uso.
 - Viento.
 - Nieve.
- Acciones accidentales:
 - Sismo.
 - Fuego.

2.3.1. Acciones Permanentes

La definición que se da en el CTE DB-SE-AE [7] para este tipo de acciones es:

“Son aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante. Su magnitud puede ser constante (como el peso propio de los elementos constructivos o las acciones y empujes del terreno) o no (como las acciones reológicas o el pretensado), pero con variación despreciable o tendiendo monótonamente hasta un valor límite”.

Partiendo de esta definición, para el cálculo de la estructura que se presenta en este trabajo, se va a tener en cuenta el peso propio de los elementos constructivos, siendo el peso propio de la estructura (pilares, vigas...) ya considerado por el programa de cálculo. El resto de valores serán introducidos manualmente como cargas muertas.

En el Anejo C del documento CTE DB-SE-AE [7] se presentan ya algunos valores de pesos propios para los elementos constructivos típicos, y, por lo tanto, serán los valores que adoptaremos para el desarrollo del cálculo.

A continuación, y según los elementos constructivos que se han presentado anteriormente en el apartado “1.3.3 Elementos constructivos”, las cargas correspondientes son:

- **Solado**
Como se ha explicado, el solado que se ha elegido es “Terrazo sobre mortero de 50 mm. de espesor”, que según la “Tabla C.3” del anejo citado, supone una carga permanente de 0.8 kN/m².
- **Tabiquería y enlucido**
Para las particiones interiores, y según lo indicado en el CTE DB-SE-AE [7]:
“En general, en viviendas bastará considerar como peso propio de la tabiquería una carga de 1,0 kN por cada m² de superficie construida”.
Para el enlucido se ha elegido “Guarnecido y enlucido de yeso”, que, tal y como se indica en la “Tabla C.4 Peso por unidad de superficie de tabiques” del mismo documento, supone una carga de 0.15 kN/m².
Finalmente, la carga que representan estos elementos constructivos es 1.15 kN/m².

- **Cerramiento de cubierta**

La cubierta se dispondrá sobre forjado, será plana, recrecido, y contará con impermeabilización de vista protegida. Este tipo de cubierta y según se describe en la “Tabla C.5”, supondrá una carga de 1.5 kN/m².

- **Cerramiento de fachada y antepechos**

Estas cargas no se presentan como superficiales, sino que se van a disponer como lineales en todo el contorno de la estructura que ocupen. Del lado de la seguridad, se ha considerado una carga para el cerramiento de fachada de 8 kN/m y una carga de 4 kN/m para el antepecho.

- **Forjados**

Tal y como se explicará más adelante en el apartado “2.4. Predimensionado del canto del forjado”, para el forjado de la primera planta se ha escogido una losa alveolar de peso 4.21 kN/m² y para el forjado de la azotea se ha escogido una losa alveolar de 3.58 kN/m² de peso.

Finalmente, se presentan las cargas superficiales actuantes en cada planta

- **Primera planta**

Solado:	$G_s=0.8 \text{ kN/m}^2$.
Tabiquería y enlucido:	$G_T=1.15 \text{ kN/m}^2$.
Forjado:	$G_f=4.21 \text{ kN/m}^2$.
TOTAL:	$G_1=6.16 \text{ kN/m}^2$.

- **Azotea**

Cubierta:	$G_s=1.5 \text{ kN/m}^2$.
Forjado:	$G_f=3.58 \text{ kN/m}^2$.
TOTAL:	$G_1=5.08 \text{ kN/m}^2$.

Para concluir este apartado, se ha de decir, que:

- En el caso de las dos escaleras que se han dispuesto en el edificio, la carga permanente se obtendrá a partir de la suma del peso del solado incrementado en un 20% ($G_s=0.96 \text{ kN/m}^2$), y para la zanca se empleará “Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m” que según la “Tabla C.5” supondrá un peso de 2 kN/m². En total la carga será de 2.96 kN/m². Esta carga se ha tenido en cuenta en forma de carga lineal actuante sobre los zunchos dónde atracan.

El cálculo de las escaleras dispuestas en el edificio no es objeto de este trabajo, sin embargo, se ha realizado una estimación del peso total que tendría con el fin de incluir sus precios en el presupuesto. Para dicha medición, se ha estimado perfiles IPE 100 en los escalones e IPE 200 en las mesetas. Considerando un 20% extra de kilogramos de acero, obtenemos un peso total de 921.22 kg por tramo de escalera entre plantas.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

- En el caso de los ascensores, puesto que su cerramiento ejerce una carga sobre las vigas que cierran el hueco que crean en los forjados, se va a disponer en las mismas de una carga lineal de 6 kN/m².

2.3.2. Acciones Variables

Citando la definición que se da para las acciones variables en CTE DB-SE [3]:

“Acciones variables: son aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio, como las debidas al uso o las acciones climáticas”.

De esta forma consideramos las siguientes acciones variables:

2.3.2.1. Sobrecarga de uso

Este tipo de cargas representa el peso de lo que gravita sobre el edificio debido al uso del mismo. Según indica el CTE DB-SE-AE [7]:

“Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la Tabla 3.1. Dichos valores incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, enseres, mercancías habituales, contenido de los conductos, maquinaria y en su caso vehículos, así como las derivadas de la utilización poco habitual, como acumulación de personas, o de mobiliario con ocasión de un traslado”.

Según la tabla citada anteriormente, se referencia en este texto como Tabla 9, el uso del edificio que se presenta va a ser “Categoría de uso C1. Zona con mesas y sillas” con un valor de 3 kN/m² y para la azotea “Categoría de uso G1. Cubiertas accesibles solo para conservación y con inclinación inferior a 20º” con un valor de 1 kN/m².

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

Tabla 9. Tabla 3.1 del CTE DB-SE-AE [7].

2.3.3. Viento

El CTE DB-SE-AE [7] explica que la acción de viento se representa como una presión estática o fuerza perpendicular a cada superficie expuesta a este fenómeno atmosférico. Esta presión se denomina presión estática y puede calcularse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (1)$$

Los términos que aparecen en la ecuación anterior son:

- q_b : se denomina presión dinámica del viento. El CTE DB-SE-AE [7] proporciona el siguiente mapa (Ilustración 19 . Valor de la presión dinámica por zonas. Figura D.1 del CTE DB-SE-AE[7].) para determinar su valor en función de donde se sitúe el edificio. Se cita lo siguiente:

“El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de 0,42 kN/m², 0,45 kN/m² y 0,52 kN/m² para las zonas A, B y C de dicho mapa”. (Ilustración 19)

Dado que el edificio pertenece a la zona A (Valencia), el valor para q_b es de 0,42 kN/m²



Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Ilustración 19 . Valor de la presión dinámica por zonas. Figura D.1 del CTE DB-SE-AE[7].

- c_e : coeficiente de exposición, depende de la altura del punto considerado y del grado de aspereza del entorno del edificio. El CTE DB-SE-AE [7] indica que se deben de calcular a partir de la Tabla 3.5. Valores del coeficiente de exposición (en este documento Tabla 10)

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

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

Tabla 10. Tabla 3.4 Valores del coeficiente de exposición c_e del CTE DB-SE-AE [7].

El entorno es zona urbana, luego el grado de aspereza es IV. Como la altura máxima de nuestro edificio son 7 m., interpolamos linealmente entre los valores presentados para alturas de 6 y 9 metros, dándonos un resultado de 1.5.

- c_p: coeficiente eólico. Al tratarse de un edificio de pisos, el CTE DB-SE-AE [7] presenta la "Tabla 3.5 Coeficiente eólico en edificios de pisos" (Tabla 11).

Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, c _p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, c _s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

Tabla 11. Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos del CTE DB-SE-AE [7].

La esbeltez es la relación numérica entre la altura del edificio y la longitud del mismo en la dirección del viento (h/L):

-Esbeltez en la fachada frontal y trasera: $7/27.5=0.254$c_p:0.7 c_s:-0.3

-Esbeltez en las fachadas laterales: $7/54.5=0.128$c_p:0.7 c_s:-0.3

Finalmente y teniendo en cuenta lo explicado anteriormente, sustituyendo en la fórmula (1):

-Viento a 0º y 180º:

A presión: $q_e = 0.42 \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 0.441 \text{ kN/m}^2$.

A succión: $q_e = 0.42 \cdot 1.5 \cdot (-0.3) = -0.189 \text{ kN/m}^2$.

-Viento a 90º y 270º:

A presión: $q_e = 0.42 \cdot 1.5 \cdot 0.7 = 0.441 \text{ kN/m}^2$.

A succión: $q_e = 0.42 \cdot 1.5 \cdot (-0.3) = -0.190 \text{ kN/m}^2$.

2.3.3.1. Nieve

En el CTE DB-SE-AE [7], encontramos la siguiente afirmación:

"En cubiertas planas de edificios de pisos situados en localidades de altitud inferior a 1.000 m, es suficiente considerar una carga de nieve de 1,0 kN/m²".

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Dado que se trata de un edificio de pisos y que la altitud a la que se encuentra la ciudad de Valencia, que es donde se sitúa el edificio es de 0 m. podemos considerar 1,0 kN/m².

2.3.4. Acciones Accidentales

Como su propio nombre indica, las acciones accidentales son definidas por el CTE DB-SE [3] como:

“Son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña, pero de gran importancia, como sismo, incendio, impacto o explosión”.

2.3.4.1. Sismo

Aunque tal y como se ha indicado en este documento, la acción de sismo queda fuera del alcance de este trabajo, se ha recurrido a la NCSE-02 [8] para obtener información acerca de su ámbito de aplicación y reforzar la necesidad de disponer de forjados con capa de compresión y mallazo de reparto para garantizar el efecto diafragma en el edificio.

En dicha norma se cita:

“La aplicación de esta Norma es obligatoria en las construcciones recogidas en el artículo 1.2.1, excepto en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0.04 g, siendo g la aceleración de la gravedad”.

La NCSE-02 [8] presenta la “Figura 2.1 Mapa de Peligrosidad Sísmica” (en este texto Ilustración 20), con el fin de obtener el valor de a_b . Se observa que en la zona de la ciudad de Valencia dicho valor es muy próximo a 0.04g.

Se puede concluir, que debido a que el edificio no consta de una altura muy elevada y que la aceleración sísmica básica es muy pequeña, las acciones sísmicas no se tendrán en cuenta para el cálculo de la estructura.

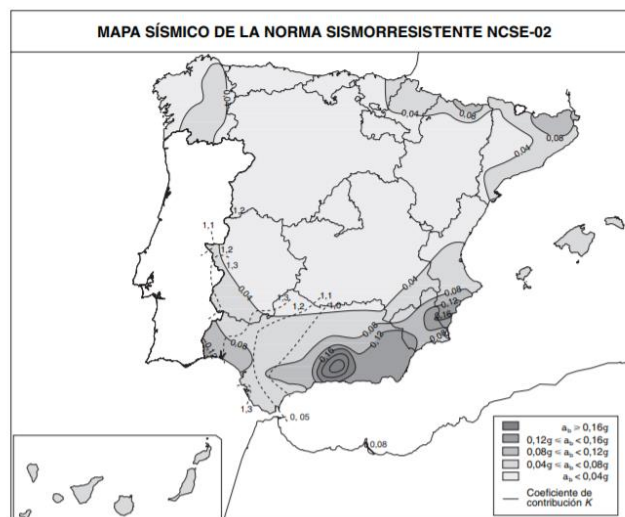


Ilustración 20. Figura 2.1 Mapa de peligrosidad sísmica de la NCSE-02 [8]

2.3.4.2. Incendio

Para este apartado se ha recurrido al CTE DB-SI [13].

“El objetivo del requisito básico “Seguridad en caso de incendio” consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento”.

Una de las exigencias básicas recogidas por este documento es la “Exigencia básica SI 6 – Resistencia al fuego de la estructura”, que hace referencia al tiempo que ha de resistir la estructura en caso de incendio para poder garantizar el cumplimiento del resto de exigencia básicas. Para comprobar dicha resistencia, el CTE DB-SI [13] proporciona la “Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales” (en este texto, Tabla 12).

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante		
		altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

Tabla 12. Resistencia al fuego elementos estructurales del CTE DB-SI [13]

El CTE DB-SI [13] indica que para que la resistencia al fuego de un edificio sea suficiente se ha de alcanzar el valor establecido en la anterior tabla (tiempo en minutos) o soportar dicha acción durante un tiempo equivalente de exposición indicado en el Anejo B del mismo documento.

Aunque esto queda fuera del alcance de este Trabajo de Final de Grado, se aclara que, considerando que un centro médico puede verse considerado de uso hospitalario, y que, por otra parte, la altura del edificio es 7 metros, la resistencia exigida es de 90 minutos.

2.3.5. Bases de Cálculo

Como bien se ha indicado en el apartado 1.7 Normativa de aplicación, en el CTE DB-SE [3] se recogen 3 exigencias básicas: resistencia mecánica y estabilidad del edificio, y aptitud al servicio.

Dicho documento sienta las bases para realizar el análisis estructural y el dimensionado de acuerdo a:

- **Capacidad portante:** *“aptitud de un edificio para asegurar, con la fiabilidad requerida, la estabilidad del conjunto y la resistencia necesaria, durante un tiempo determinado, denominado periodo de servicio”.*
- **Aptitud al servicio:** *“aptitud de asegurar el funcionamiento de la obra, el confort de los usuarios y de mantener el aspecto visual”.*

A partir de esto, se definen situaciones de dimensionado de acuerdo al tiempo en el que pueden aparecer, siendo un total de tres situaciones:

- **Persistentes:** serían las que aparecen en el uso habitual de los edificios.
- **Transitorias:** las condiciones que se dan en estas situaciones se dan en un tiempo limitado y no se incluyen las derivadas de acciones accidentales.
- **Extraordinarias:** condiciones excepcionales que no tienen por qué darse, como son, las derivadas de acciones accidentales. No se tienen en cuenta en este trabajo.

Con ellas se deberá de verificar el cumplimiento de los estados límite, es decir, condiciones que, de ser superadas por algún caso de los anteriores, conllevarían a considerar que el edificio no cumple los requisitos estructurales necesarios. Hay dos tipos de estados límite:

2.3.5.1. Estados límite últimos

“Los estados límite últimos son los que, de ser superados, constituyen un riesgo para las personas, ya sea porque producen una puesta fuera de servicio del edificio o el colapso total o parcial del mismo”.

Como estados límites últimos se consideran aquellas situaciones que provocan una pérdida del equilibrio del edificio y/o de algún elemento estructural independiente, o bien, un fallo por deformación excesiva. Teniendo en cuenta estas afirmaciones, se consideran dos estados límite últimos asociados a la capacidad portante:

1) E.L.U Resistencia

“Se considera que hay suficiente resistencia de la estructura portante, de un elemento estructural, sección, punto o de una unión entre elementos, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición”:

$$E_d \leq R_d \quad (2)$$

Siendo: E_d valor de cálculo del efecto de las acciones.

R_d valor de cálculo de la resistencia correspondiente.

2) E.L.U Pandeo

“Se considera que hay suficiente estabilidad del conjunto del edificio o de una parte independiente del mismo, si para todas las situaciones de dimensionado pertinentes, se cumple la siguiente condición”:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb} \quad (3)$$

Siendo: $E_{d,dst}$: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras.

$E_{d,stb}$: valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras.

2.3.5.2. Estados límite de servicio

“Los estados límite de servicio son los que, de ser superados, afectan al confort y al bienestar de los usuarios o de terceras personas, al correcto funcionamiento de del edificio o a la apariencia de la construcción”.

Estos efectos pueden ser reversibles o irreversibles, y en su caso, solo se ha considerado un tipo de estado límite de servicio, en base a la aptitud al servicio:

3) E.L.S Deformación

“Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto”.

Se van a tener en cuenta dos tipos de deformaciones, y en cada tipo se definen diferentes criterios para cumplir dicho límite de servicio.

○ Flechas

- A) *Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:
- 1/400 en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas;*
- B) *Cuando se considere el confort de los usuarios, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones característica, considerando solamente las acciones de corta duración, la flecha relativa, es menor que 1/350.*
- C) *Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, ante cualquier combinación de acciones casi permanente, la flecha relativa es menor que 1/300.*

○ Desplazamientos horizontales

- A) *Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptible de ser dañados por desplazamientos horizontal (...) se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral ante una combinación característica si:
-Desplome total: 1/500 de la altura total del edificio.
-Desplome local: 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.*
- B) *Cuando se considere la apariencia de la obra, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones casi permanente, el desplome relativo es menor que 1/250.*

El CTE DB-SE [3] incluye la siguiente imagen (Ilustración 21) para ilustrar lo que se considera desplome total y local.

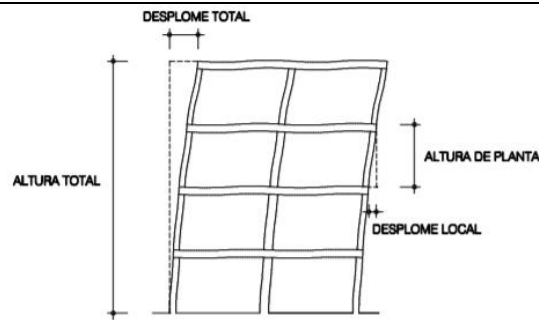


Ilustración 21. Figura 4.1 Desplomes del CTE DB-SE [3]

Finalmente, respecto a los estados límite podemos decir que CYPE 3D clasifica las hipótesis de carga según su origen, encontrándose: cargas permanentes, sobrecargas, de viento, sismo, nieve y accidentales, tal y como hemos descrito antes. A partir de las mismas se pueden establecer combinaciones asignándole a cada tipo de carga el coeficiente por el que se ve alterada en dicha combinación, tal y como se establece en el CTE.

Los estados límite y combinaciones para cada material y estado a considerar son:

- E.L.U. Rotura. Hormigón.
- E.L.U. Rotura. Hormigón de cimentaciones.
- E.L.U. Rotura. Acero (Laminado y armado).
- E.L.U. Rotura. Acero (Conformado).
- Tensiones sobre el Terreno (Acciones características).
- Desplazamientos (Acciones características).

Dicho esto, a partir de la geometría y de las cargas consideradas se obtendrá la matriz de rigidez de la estructura, las matrices de cargas por hipótesis simples y la matriz de desplazamientos de los nudos de la estructura. Finalmente, se calcularán todas las combinaciones para todos los estados y los esfuerzos en cualquier sección a partir de los esfuerzos en los extremos de las barras y las cargas aplicada en las mismas.

2.3.6. Combinaciones de Acciones

Para todas las comprobaciones que se han mencionado antes, ya sea para los Estados Límite Últimos o de Servicio, se emplean combinaciones de los distintos tipos de acciones que pueden verse actuando en un edificio.

Las combinaciones de acciones que se presentan en el CTE DB SE [3] se clasifican en relación a si se quiere analizar el efecto en la capacidad portante o en la aptitud al servicio (explicado en Bases de Cálculo):

2.3.6.1. Capacidad portante

A) Para una situación persistente o transitoria:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4)$$

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Con dicha ecuación se indica que todas las acciones estarán multiplicadas por un coeficiente de seguridad (γ). Además, se adoptará una acción variable como acción variable principal y el resto irán multiplicadas por un coeficiente de combinación ($\Psi_{0,i}$).

En todas las acciones, y ante comprobaciones de estabilidad, también se deberá distinguir si las acciones son estabilizadoras o desestabilizadoras.

B) Para situaciones extraordinarias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (5)$$

El término “ A_d ” representa el valor de cálculo de cada una de las acciones accidentales analizadas.

Por otra parte, en la ecuación se presenta una acción variable en valor de cálculo frecuente ($\gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1}$) y el resto en valor de cálculo casi permanente ($\sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$).

Se ha de indicar que, para este tipo de combinaciones, se tiene en cuenta que, si el efecto de las acciones es favorable, los valores de los coeficientes de seguridad son cero.

Todos los coeficientes necesarios se presentan en las siguientes tablas (Tabla 13 y Tabla 14), obtenidas del CTE DB-SE [3] (en dicho documento Tablas 4.1 y 4.2):

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
Variable	1,50	0	

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 13. Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad del CTE DB-SE [3]

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)			
	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(¹)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(¹) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Tabla 14. Tabla 4.2 coeficientes de simultaneidad del CTE DB-SE [3]

2.3.6.2. Aptitud al servicio

Como bien se ha comentado anteriormente, los estados límite al servicio están ligados a la aptitud al servicio que las estructuras deben presentar.

En el apartado anterior (Estados límite de servicio) se ha definido los límites admisibles a considerar para que, siguiendo cada uno de los criterios mencionados, el comportamiento de la estructura en relación con las deformaciones fuese el adecuado.

Así, según la duración y el tipo de acciones que se dan, se consideran unas determinadas combinaciones de acciones (se cita contenido del CTE DB-SE [3]):

- A) Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado característica, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (6)$$

En dicha ecuación, las acciones permanentes, de pretensado y la principal acción variable, se presentan en valor característico, mientras que el resto de acciones variables se presentan en valor de combinación.

- B) Los efectos debidos a las acciones de corta duración que pueden resultar reversibles, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado frecuente, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (7)$$

Dónde, todas las acciones permanentes y la acción de pretensado se presentan en valor característico, la acción variable principal en valor frecuente y el resto de acciones variables en valor casi permanente.

- C) Los efectos debidos a las acciones de larga duración, se determinan mediante combinaciones de acciones, del tipo denominado casi permanente, a partir de la expresión:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \quad (8)$$

2.4. Predimensionado del canto del forjado

Como se ha explicado a lo largo de este documento, el forjado del edificio va a consistir en la disposición de losas alveolares. Para predimensionar el canto que se ha de escoger se ha seguido el Artículo 50 de la EHE-08 [7].

El proceso consiste en determinar cuál es el canto mínimo que ha de tener el forjado en función de la carga que va a actuar en el mismo y si el momento que va a actuar en el centro del vano será inferior al máximo permitido por el forjado. Este momento se calculará mediante una combinación para el Estado Límite Último.

En primer lugar, en la EHE-08 [7] encontramos la siguiente afirmación: *“En el caso particular de forjados de viguetas con luces menores que 7 m y de forjados de losas alveolares pretensadas con luces menores que 12 m, y sobrecargas no mayores que 4 kN/m², no es preciso comprobar si la flecha cumple con las limitaciones de 50.1, si el canto total h es mayor que el mínimo h_{min} dado por”:*

$$h_{\min} = \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot \frac{L}{C} \quad (9)$$

Se ha resaltado en la cita anterior, las condiciones relevantes para nuestro caso y que se cumplen, es decir, la luz de los formados es menor de 12 m. y las sobrecargas menores de 4 kN/m², en concreto 3 kN/m².

En la ecuación (9) los términos representan:

- δ_1 : se obtiene al realizar $\sqrt{\frac{q}{7}}$ siendo q la carga superficial total actuando sobre el forjado y el propio peso superficial del forjado. Para una primera aproximación del canto necesario, se tomara $\delta_1 = 1$.

- δ_2 : es el valor que se obtiene al realizar la operación $\sqrt[4]{\frac{L}{6}}$.

-L: la luz del forjado, en nuestro caso, 6.81 m.

-C: coeficiente que se obtiene de la Tabla 50.2.2.1 b de la EHE-08 [7], que, para losas alveolares pretensadas con cargas de tabiques o muros y tramos aislados, es de 36, mientras que, si el elemento donde se va a colocar el forjado es en la cubierta, el valor de C es de 45.

2.4.1. Predimensionado del forjado de la primera planta

Considerando lo explicado anteriormente, y sustituyendo en la ecuación dicha:

$$h_{\min} = 1 \cdot \sqrt[4]{\frac{6.81}{6} \cdot \frac{6.81}{36}} = 0.1953 \text{ m}$$

Con este valor se ha de escoger un forjado de 15+5 cm de canto como mínimo, siendo 5 cm el canto de la capa de compresión y mallazo de reparto que aseguran el efecto diafragma, sin embargo, el valor es muy ajustado, y tras la comprobación se opta por un forjado de 20+5 cm. de ALJEMA S.L PREFABRICADOS (Ilustración 22) de ancho 1.2 m.

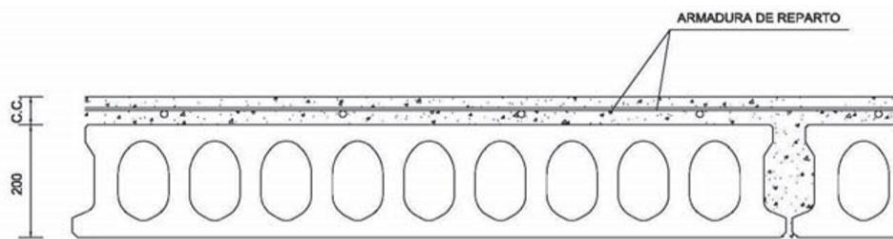


Ilustración 22. Modelo de losa alveolar 20+5 cm. Fuente: Aljema Prefabricados

El peso y las características de la losa se han obtenido de la respectiva ficha técnica del fabricante (Ilustración 23. Características losa alveolar 20+5 cm. Fuente: Aljema Prefabricados):

Peso del forjado (kN/m ²):	4.21
Acero armadura superior:	B 500S o B 500SD UNE 36-069-94
Armadura de reparto mínima:	ME 20 x 30 A r 5 - 5 B 500 T 5x2.30 UNE 36092:1995
Área armado mínima:	379 mm ²

Ilustración 23. Características losa alveolar 20+5 cm. Fuente: Aljema Prefabricados

Con los datos expuestos se comprueba si el canto mínimo es inferior a 25 cm:

-La carga que ha de soportar el forjado es (en orden) el peso del forjado, el solado, el enlucido la tabiquería y la sobrecarga de uso:

$$q = 4.21 + 0.8 + 0.15 + 1 + 3 = 9.16 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

-Con dicha carga calculamos el coeficiente δ_1 :

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{q}{7}} = 1.1439$$

-El canto mínimo necesario es:

$$h_{\min} = 1.1439 \cdot \sqrt[4]{\frac{6.81}{6} \cdot \frac{6.81}{36}} = 0.2233 < 0.25 \text{ m}$$

Se comprueba que el canto elegido es correcto y se pasa a verificar si el momento positivo máximo alcanza el Estado Límite Último de la Placa.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

La ecuación para calcular el momento es:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L^2}{8} \quad (10)$$

Para calcular la carga, se utilizará la ecuación para situación persistente o transitoria (4), que sustituyendo queda:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} = 1.35 \cdot (4.21 + 0.15 + 0.8 + 1) + 1.5 \cdot 3 = 12.816 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{lineal}} = q_{\text{superficial}} \cdot \text{ancho losa} = 12.816 \cdot 1.2 = 15.38 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Sustituyendo en (18):

$$M_{\max} = \frac{15.38 \cdot 6.81^2}{8} = 89.158 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

El momento máximo por el ancho de la losa es:

$$M_{\max} = \frac{89.158}{1.2} = 74.298 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Según la ficha técnica de la losa, se conoce (Ilustración 24). Se observa que el momento antes obtenido es menor que el indicado en la tabla para un armado T-2. Luego al cumplir todas las condiciones, se elige como forjado de la primera planta, una losa alveolar de 20+5 cm. de canto y T-2.

TIPO DE FORJADO	TIPO DE PLACA	MOMENTO ULTIMO (m·kN/m)	Vu(kN/m)				M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)			β***	MÓDULO RESISTENTE Wplaf (m ²)	RIGIDEZ (m ² ·kN/m)		REI	
			SECCIÓN TIPO (1)	SECCIÓN MACIZADA (2)	** ζ	RASANTE Vu(KN/m)	Mo	Mo'	Mo2			HOMOG E·Ih	FISURADA E·Ifc	(3)	(4)
20 + 5	T-1	67.76	113	199	1.21	218	21.74	26.38	65.19	2.07	7791240	40643	5876	30	60
	T-2	78.56	117	199	1.21	218	26.36	31.62	71.20	2.07	7807610	40699	6332	30	60
	T-3	88.37	120	199	1.21	218	32.52	37.93	78.74	2.07	7824283	40757	6793	30	60
	T-4	98.59	124	199	1.21	218	38.65	44.22	86.26	2.07	7841165	40816	7260	30	60
	T-5	107.75	127	199	1.21	218	44.75	50.48	93.75	2.07	7858198	40876	7730	30	60
	T-6	116.84	130	199	1.21	218	50.83	56.71	101.22	2.07	7875343	40936	8204	30	60
	T-7	126.42	133	199	1.21	218	56.88	62.93	108.66	2.07	7892572	40997	8683	30	60
	T-8	142.65	139	199	1.21	218	67.22	73.73	121.75	2.07	7919347	41086	9447	30	60
	T-9	159.77	148	199	1.21	218	77.21	84.77	134.44	2.07	7936142	41125	10328	30	60
	T-10	174.27	154	199	1.21	218	87.29	95.29	147.26	2.07	7962734	41213	11188	30	90
	T-11	195.81	161	199	1.21	218	102.25	110.93	166.34	2.07	8002617	41345	12287	30	90
	T-12	212.26	169	199	1.21	218	113.43	122.94	181.58	2.07	8031159	41431	13230	60	90
	T-13	224.07	176	199	1.21	218	92.74	101.35	164.94	2.07	8056002	41501	14065	90	120
	T-14	63.11	113	199	1.21	202	18.60	28.07	61.98	2.07	7776104	40585	9103	90	120
	T-15	82.00	120	199	1.21	202	26.46	38.50	72.58	2.07	7801095	40666	9711	90	120
	T-16	98.96	127	199	1.21	202	36.97	49.91	85.82	2.07	7826747	40750	10324	90	120
	T-17	114.42	133	199	1.21	202	46.51	60.49	98.09	2.07	7849394	40822	10906	90	120
	T-18	129.27	139	199	1.21	202	55.09	70.23	109.38	2.07	7868742	40882	11497	120	120
	T-19	147.49	148	199	1.21	202	66.77	83.77	125.11	2.07	7894385	40958	12245	120	120
	T-20	169.53	159	199	1.21	202	79.32	99.04	143.01	2.07	7919794	41024	13111	120	120

Ilustración 24. Ficha técnica losa 20+5 cm. Fuente: [Aljema Prefabricados](#)

2.4.2. Predimensionado del forjado de la azotea

Como se ha explicado antes, el valor que adopta la constante C de la ecuación (9) para cubiertas es de 45. Siguiendo los mismos pasos que en el predimensionado del forjado de la primera planta y

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

adoptando dicho valor de C en la ecuación mencionada, se obtiene una estimación del canto mínimo del forjado de la cubierta.

$$h_{\min} = 1 \cdot \sqrt[4]{\frac{6.81}{6} \cdot \frac{6.81}{45}} = 0.156 \text{ m}$$

A partir de este valor, se selecciona un forjado de 15 cm, capa de compresión de 5 cm y ancho de 1.2 m. del mismo fabricante, con características:

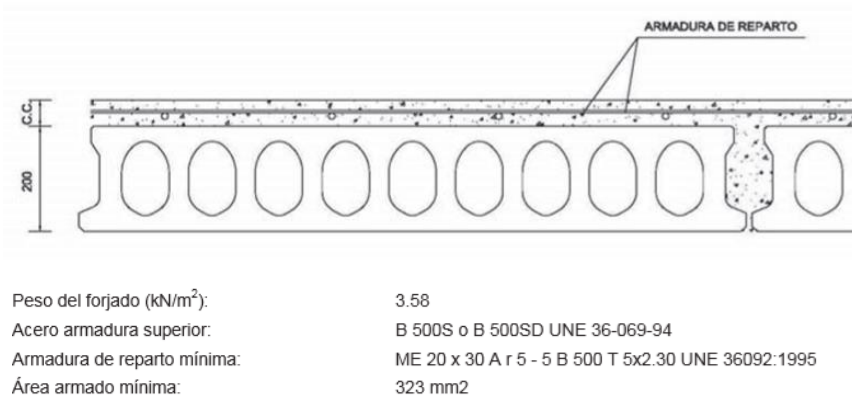


Figura 1. Forjado de cubierta. [Fuente: Aljema Prefabricados](#)

Con los datos anteriores, se comprueba finalmente si el canto es menor de 20 cm:

-La carga q para calcular el coeficiente δ_1 será:

$$q = 3.58 + 1.5 + 1 = 6.08 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

-Con lo que δ_1 :

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{q}{7}} = 0.93197$$

-Sustituyendo en la ecuación (9)

$$h_{\min} = 0.93197 \cdot \sqrt[4]{\frac{6.81}{6} \cdot \frac{6.81}{45}} = 0.1456 \text{ m} < 0.2 \text{ m}$$

Luego el forjado es adecuado en relación con el canto necesario del mismo, y se procede a calcular el momento máximo que actúa sobre él. Como se ha realizado anteriormente, se calcula la carga con la ecuación para situaciones persistentes o transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} = 1.35 \cdot (3.58 + 1.5) + 1.5 \cdot 1 = 8.358 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{lineal}} = q_{\text{superficial}} \cdot \text{ancho losa} = 8.358 \cdot 1.2 = 10.0296 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

El momento máximo por metro de forjado según la ecuación (10) es $48.4514 \frac{\text{kN}\cdot\text{m}}{\text{m}}$, menor que lo indicado en la ficha técnica de la losa (Ilustración 25):

$$M_{\max} = \frac{10.0296 \cdot 6.81^2}{8 \cdot 1.2} = 48.4514 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}} < 51.24 \frac{\text{kN} \cdot \text{m}}{\text{m}}$$

Flexión positiva, esfuerzo por bandas de 1 metro.															
TIPO DE FORJADO	TIPO DE PLACA	MOMENTO ULTIMO (m·kN/m)	Vu(kN/m)				M límite servicio según clase de exposición (m·kN/m)			β***	MÓDULO RESISTENTE W _{pl,ef} (mm ³)	RIGIDEZ (m ² ·kN/m)		REI	
			SECCIÓN TIPO (1)	SECCIÓN MACIZADA (2)	** ζ	RASANTE Vu(kN/m)	Mo	Mo'	Mo2			HOMOGENEO E·Ih	FISURADA E·If _s	(3)	(4)
15 + 5	T-1	51.24	79	160	1.29	170	16.29	20.83	46.49	2.41	5082851	21334	2612	30	60
	T-2	58.99	82	160	1.29	170	20.99	25.65	52.30	2.41	5094617	21366	2882	30	60
	T-3	66.37	84	160	1.29	170	25.67	30.44	58.08	2.41	5106599	21399	3156	30	60
	T-4	73.52	87	160	1.29	170	30.31	35.20	63.83	2.41	5118730	21433	3434	30	60
	T-5	80.46	89	160	1.29	170	34.93	39.94	69.56	2.41	5130969	21467	3715	30	60
	T-6	87.35	91	160	1.29	170	39.53	44.66	75.26	2.41	5143285	21501	4000	30	60
	T-7	93.43	94	160	1.29	170	44.09	49.35	80.94	2.41	5155662	21536	4287	30	60
	T-8	106.05	98	160	1.29	170	53.16	58.68	92.23	2.41	5180540	21606	4789	30	60
	T-9	117.72	102	160	1.29	170	62.15	67.91	103.43	2.41	5205530	21676	5278	30	60
	T-10	127.97	106	160	1.29	170	68.65	74.90	112.11	2.41	5222910	21720	5725	30	90
	T-11	132.48	108	160	1.29	170	71.85	78.33	116.40	2.41	5231594	21742	6005	30	90
	T-12	140.09	112	160	1.29	170	78.15	85.10	124.88	2.41	5248948	21787	6433	30	90
	T-13	46.08	79	160	1.29	154	11.57	22.62	41.70	2.41	5068881	21291	3881	90	120
	T-14	52.01	82	160	1.29	154	14.39	26.19	45.60	2.41	5074344	21303	4060	120	120
	T-15	57.85	84	160	1.29	154	17.19	29.74	49.48	2.41	5079816	21316	4241	120	120
	T-16	62.77	87	160	1.29	154	19.97	33.25	53.33	2.41	5085295	21328	4421	120	120
	T-17	67.55	89	160	1.29	154	22.73	36.73	57.16	2.41	5090777	21340	4602	120	120
	T-18	72.85	91	160	1.29	154	25.46	40.19	60.96	2.41	5096259	21353	4787	120	120

Ilustración 25. Características losa alveolar 15+5 cm. Fuente: Aljema Prefabricados

Se escoge finalmente como forjado para la azotea, placas de losas alveolares de 15 cm de canto, con una capa de compresión y mallazo de reparto de 5 cm. de espesor, y armado T-1.

2.5. Dimensionamiento de los forjados

Con el fin de comprobar que el predimensionado de los forjados realizado es válido, así como para el dimensionamiento de la armadura de negativos y del mallazo de reparto, se ha optado por usar el software de cálculo "AIDEPLA".

A partir de los datos correspondientes en relación con las cargas y de los cantos obtenidos en el predimensionamiento, obtenemos los informes de cálculo de AIDEPLA. Para seleccionar finalmente, el tipo de placa a utilizar tanto en la primera planta como en la azotea seguiremos los siguientes pasos:

A continuación, se va a detallar el proceso para el forjado de la primera planta, siguiendo semejantes pasos para el forjado de la azotea:

- 1) ELU Flexión: en primer lugar, tomaríamos la crujía con mayor Momento Flector Último. En nuestro caso, al ser todos los vanos iguales, nos es indiferente (Ilustración 26). Con dicho valor, se comprueba en la hoja técnica del fabricante, que el momento último a flexión positiva del armado T-4 de la placa es mayor que 75 m·kN/m (Ilustración 24)

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Vano	Ejecución	ELU Flexión	ELU Rasante	ELU Cortante	Incendio		ELS Fisuración [M0.2]	SELECCIÓN
	Momento (M) (en m·kN)	Momento (M) (en m·kN/m)	Cortante (V) (en kN/m)	Cortante (V) (en kN/m)	Momento (M) (en m·kN/m)	Cortante (V) (en kN/m)	Momento (M) (en m·kN/m)	Tipo Alveoplaca
A-B	36,87	75,00	44,05	42,44	48,40	28,43	48,40	
B-C	36,87	75,00	44,05	42,44	48,40	28,43	48,40	
C-D	36,87	75,00	44,05	42,44	48,40	28,43	48,40	
D-E	36,87	75,00	44,05	42,44	48,40	28,43	48,40	
E-F	36,87	75,00	44,05	42,44	48,40	28,43	48,40	
F-G	36,87	75,00	44,05	42,44	48,40	28,43	48,40	
G-H	36,87	75,00	44,05	42,44	48,40	28,43	48,40	

Ilustración 26. Informe de cálculo AIDEPLA. Fuente: AIDEPLA

2) El siguiente paso sería la comprobación del ELU Rasante, Cortante y Fisuración, lo cual no es ámbito de este trabajo.

Así, para el forjado de la primera planta, se seleccionará una losa alveolar de canto 20 cm., con capa de compresión de 5 cm., mallazo de reparto ME 150x150 S Ø5 6000x1200 no colaborante, con armado de positivos T-4, y armado de negativos con acero B500SD y la siguiente distribución:

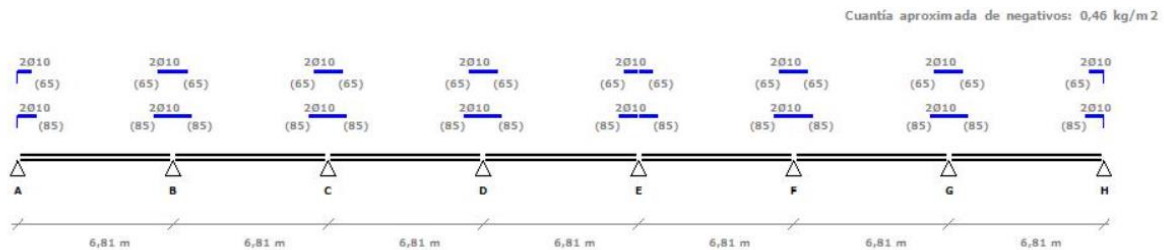


Ilustración 27. Armado de negativos, forjado de la primera planta. Fuente: AIDEPLA

Para el forjado de la azotea siguiendo los mismos pasos, se obtiene, un forjado de canto 20 cm., con capa de compresión de 5 cm., mallazo de reparto ME 150x150 S Ø5 6000x1200 no colaborante, con armado de positivos T-1 y armado de negativos con acero B500SD y la siguiente distribución:

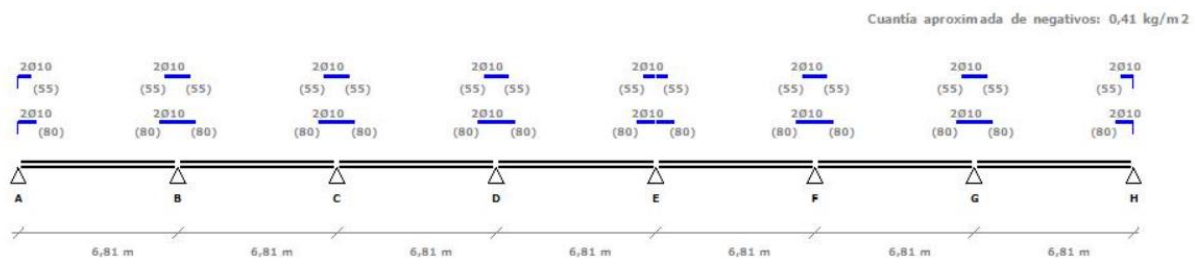


Ilustración 28. Armado de negativos, forjado de la azotea. Fuente: AIDEPLA

2.6. Dimensionado de la estructura

2.6.1. Predimensionado de la estructura

Con el fin de poder iniciar el cálculo, se predimensionará la estructura siguiendo el criterio de que la esbeltez reducida de los elementos estructurales no puede ser mayor que 2 en el caso de pilares, vigas o zunchos y barras de arriostramiento, ya que todas trabajan a compresión:

$$\bar{\lambda} = \frac{L \cdot \beta}{i \cdot \lambda_{lim}} \rightarrow i = \frac{L \cdot \beta}{\lambda_{lim} \cdot \bar{\lambda}} \quad (11)$$

En dicha ecuación consideramos, que la longitud de los pilares es de 3.5 (altura entre plantas), que la de las vigas es de 6.875 y los tirantes 4.91 m.

Por otra parte, se considerará $\beta=1$, y la constante λ_{lim} se calculará como:

$$\lambda_{lim} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{f_y}} = \sqrt{\frac{3.14^2 \cdot 210000}{275}} = 86.81468 \quad (12)$$

Con todo ello se obtiene un perfil inicial HEB100 para los pilares, IPE100 para vigas y zunchos, y #80x80x4 para los arriostramientos.

Finalmente, en la siguiente ilustración se presentan los elementos, pilares, vigas y arriostramientos en forma de uves invertidas, que se van a describir en detalle y de los que se adjuntan los listados de comprobaciones realizados por el software de cálculo

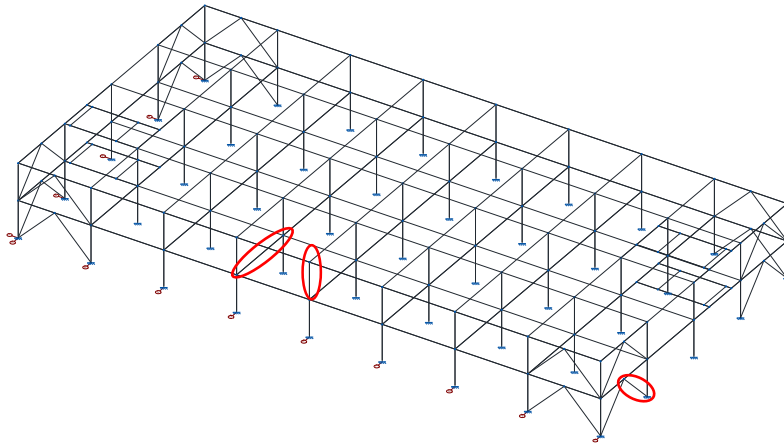


Ilustración 29. Estructura del edificio

2.6.2. Pilares

El perfil seleccionado finalmente para los pilares ha sido HEB180, HEB220 y HEB240. Este perfil se ha determinado a partir de los siguientes estados últimos, siendo el Estado Límite de Resistencia el que ha determinado la elección de estos perfiles, cuyas características se presentan en la siguiente tabla:

Características pilares									
PERFIL	Área (cm ²)	Peso (kg/m)	Eje Y-Y*			Eje Z-Z*			U m ² /m
			I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	i _y (cm)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)	i _z (cm)	
HEB 180	65.3	51.2	3830	426	7.66	1360	151	4.57	1.04
HEB 220	91	71.5	8090	736	9.43	2840	258	5.59	1.27
HEB 240	106	83.2	11260	938	10.3	3920	327	6.08	1.38

*Los ejes indicados se corresponden a los ilustrados en la Ilustración 13.

Tabla 15. Características de los pilares empleados

2.6.2.1. ELS Deformación

Para verificar si se cumple este Estado Límite de Servicio hay que comprobar el valor de los desplomes totales y relativos de los pilares. Sin embargo, estos datos no los ofrece directamente el programa de cálculo CYPE3D, sino que, lo que podemos obtener son los desplazamientos en cada uno, y a partir de ellos, calcular el valor de los mismos.

Según lo mencionado en el apartado “2.3.5.2 Estados límite de servicio”, los desplomes absolutos tienen que ser menores o iguales que 1/500 mientras que los locales han de ser menores o iguales a 1/250, todo cello según el criterio de integridad puesto que el más restrictivo.

Así, para el pilar señalado en la Ilustración 29, los desplomes se calcularán a partir de los desplazamientos del nudo superior, intermedio e inferior del pilar (nudos 42, 111 y 41 respectivamente). Para el nudo superior, el mayor desplazamiento se obtiene para la hipótesis: Peso Propio, junto con la carga muerta, la sobrecarga de uso de la primera planta y la acción de nieve en la azotea ponderada en 0.5.

$$f_r = \frac{f_{n,42} - f_{n,111}}{h} < \frac{1}{250} \quad \text{y} \quad f_{abs} = \frac{f_{n,42} - f_{n,41}}{h} < \frac{1}{500} \quad (13)$$

$$f_r = \left| \frac{-0.741 - 0.107}{3500} \right| = 242.286 \cdot 10^{-6} < \frac{1}{250} = 4 \cdot 10^{-3}$$

$$f_{abs} = \left| \frac{-0.741 - 0}{7000} \right| = 105.857 \cdot 10^{-6} < \frac{1}{500} = 2 \cdot 10^{-3}$$

2.6.2.2. ELU Pandeo

Al determinar el perfil inicial para los pilares no se ha tenido en cuenta que la constante β depende del tipo de uniones implementadas en los extremos de los pilares. Así, el CTE DB-SE-A [4] indica casos canónicos de la longitud de pandeo (valor determinado a partir de la multiplicación de la longitud del elemento por la constante β) para uniones que se dan frecuentemente (Tabla 16):

Tabla 6.1 Longitud de pandeo de barras canónicas

Condiciones de extremo	biarticulada	biempotrada	empotrada articulada	biempotrada desplazable	en ménsula
Longitud L_k	1,0 L	0,5 L	0,7 L	1,0 L	2,0 L

Tabla 16. Tabla 6.1 del CTE DB-SE-A.

Observamos que, para la forma empotrada-articulada, que es el caso para los pilares de la estructura en el plano perpendicular al de los pórticos principales, la constante β adopta el valor de 0.7. Sin embargo, las uniones que se dan en el otro plano, el plano conformado por los pórticos principales, no son conocidas, luego el CTE DB-SE-A [4] ofrece un método de cálculo para poder obtenerlas, según consideremos pórticos traslacionales o intraslacionales:

“La longitud de pandeo L_k de un tramo de pilar de longitud L unido rígidamente a las demás piezas de un pórtico intraslacional o de un pórtico traslacional en cuyo análisis se haya empleado un método de segundo orden que no considere las imperfecciones de los propios pilares, o el método de mayoración de acciones horizontales descrito en 5.3.1, puede obtenerse del cociente”:

$$\beta = \frac{1+0.145 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0.265 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{2 - 0.364 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0.247 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} \leq 1 \quad (14)$$

“La longitud de pandeo de un tramo de pilar unido rígidamente a las demás piezas de un pórtico traslacional en cuyo análisis no se hayan contemplado los efectos de segundo orden puede obtenerse del cociente”:

$$\beta = \sqrt{\frac{1 - 0.2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0.12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0.8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0.6 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}} \geq 1 \quad (15)$$

Se indica que en nuestro caso todos los pórticos de la estructura serán intraslacionales en todas las direcciones por los elementos de arriostamiento que se han dispuesto así como en virtud del efecto diafragma

Los coeficientes η_1 y η_2 son coeficientes de distribución y se obtienen de las siguientes fórmulas:

$$\eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}} \quad \text{y} \quad \eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}} \quad (16) \text{ y } (17)$$

Los coeficientes que aparecen en dichas formulas son (Ilustración 30)

- 1) K_c : coeficiente de rigidez $E \cdot I / L$ del pilar analizado.
- 2) K_i : coeficiente de rigidez $E \cdot I / L$ del siguiente tramo de pilar en el nudo i , nulo en caso de no existir.
- 3) K_{ij} : coeficiente de rigidez eficaz de la viga en el nudo i y posición j . Para calcularlos se adoptan los valores remarcados en la Tabla 17, donde el caso de *“giro igual y de signo igual”*

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

representa el caso de pórtico traslacional, mientras que “giro igual y de signo opuesto” representa el caso de pórticos intraslacionales”.

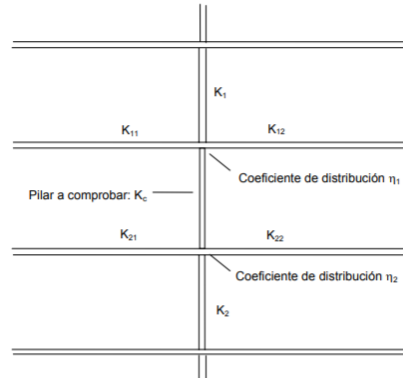


Ilustración 30. Figura 6.5 del CTE DB-SE-A.

Tabla 6.5 Coeficiente de rigidez eficaz para una viga en comportamiento elástico

Condiciones de coacción al giro en la viga en el extremo contrario al considerado.	Coeficiente de rigidez eficaz K de la viga	
	sin compresión relevante	con compresión ⁽¹⁾
empotrado	1,0 EI/L	1,0 EI/L (1-0,4 N/N _{cr1})
articulado	0,75 EI/L	0,75 EI/L (1 - 1,0 N/N _{cr1})
giro igual y de igual signo	1,5 EI/L	1,5 EI/L (1-0,2 N/N _{cr1})
giro igual y de signo opuesto	0,5 EI/L	0,5 EI/L (1-1,0 N/N _{cr1})
giro θ_a en el nudo considerado y giro θ_b en el otro	$(1 + 0,5 \theta_b / \theta_a) EI/L$	-

⁽¹⁾ N_{cr1} se refiere al valor crítico a compresión de la viga considerada. El caso general (-) no está contemplado

Tabla 17. Tabla 6.5 del CTE DB-SE-A.

Observamos que para el cálculo de estos coeficientes es necesario conocer las inercias de los pilares y recordamos que con este proceso lo que queríamos determinar era el radio de los pilares a partir de la ecuación (11). Luego este proceso es un proceso iterativo, es decir, a partir de la estimación de los pilares que se ha realizado en el apartado “Predimensionado de la estructura” calcularemos las β de pandeo, realizaremos el cálculo en el programa CYPE 3D, realizaremos a partir de él, otra estimación de los perfiles de los pilares y así sucesivamente hasta lograr que los perfiles calculados con el software cumplan las ecuaciones (14) y (15). Como se ha garantizado que la estructura será intraslacional por la existencia del efecto diafragma, se ha comprobado que todas las β de pandeo de los tramos de los pilares de la estructura sean inferiores o iguales a la unidad.

2.6.2.3. Comprobaciones realizadas por el software de cálculo

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ	I_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N111/N42	$\lambda < 2.0$ Cumple	$I_w \geq I_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	x: 0.225 m h = 10.6	x: 3.32 m h = 56.8	x: 0.225 m h = 0.2	x: 3.32 m h = 16.0	$h < 0.1$	$h < 0.1$	$h < 0.1$	x: 3.32 m h = 66.6	$h < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽³⁾	CUMPLE h = 66.6

Notación:
 λ : Limitación de esbeltez
 I_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N_t : Resistencia a tracción

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	I_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$NM_y M_z$	$NM_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	
<p>N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y $M_y V_z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados $M_z V_y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados $NM_y M_z$: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_y M_z V_y V_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión $M_t V_z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados $M_t V_y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.): ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽³⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Perfil: HE 220 B Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)		Características mecánicas			
	Inicial	Final	Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)
N111	N42	3.500	91.00	8091.00	2843.00	77.03
<p>Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p>						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
b	0.70	0.76	0.00	0.00		
L_k	2.450	2.664	0.000	0.000		
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000			
<p>Notación: b: Coeficiente de pandeo L_k: Longitud de pandeo (m) C_m: Coeficiente de momentos C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>						

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

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

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

$\bar{\lambda}$: 0.50 ✓

Donde:

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

Clase : 1

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

A : 91.00 cm²

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):	N_{cr} : <u>9816.66</u> kN
a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$	N_{cr,y} : <u>23638.28</u> kN
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$	N_{cr,z} : <u>9816.66</u> kN
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$	N_{cr,T} : <u>∞</u>
Donde:	
I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>8091.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>2843.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>77.03</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>295400.00</u> cm ⁶
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>2.664</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>2.450</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $i_0 = \sqrt{(i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)}$	i₀ : <u>10.96</u> cm
Siendo:	
i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>9.43</u> cm i_z : <u>5.59</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm z₀ : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \qquad \eta : \underline{0.089} \quad \checkmark$$

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

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

$$\eta : \underline{0.106} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.225 m del nudo N111, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Cargamuerta+1.5·Q(C)+0.9·V270+0.75·N1.

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

$$N_{c,Ed} : \underline{211.51} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \frac{2383.3}{3} \text{ kN}$$

Donde:

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

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

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

$$A : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

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

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ a} \quad \text{MP}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \frac{2002.5}{9} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{91.00} \text{ cm}^2$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

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

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ a} \quad \text{MP}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : 0.95$$

$$\chi_z : 0.84$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2]$$

$$\phi_y : 0.57$$

$$\phi_z : 0.70$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.34$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.33$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.50$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$9816.6$$

$$N_{cr} : 6 \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$23638.$$

$$N_{cr,y} : 28 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$9816.6$$

$$N_{cr,z} : 6 \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \text{¥}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.568 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.320 m del nudo N111, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Cargamuerta+1.5·Q(C)+0.9·V270+0.75·N1.

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

$$M_{Ed}^+ : 122.99 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

$$M_{Ed}^- : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : 216.60 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

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

Clase : 1

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

W_{pl,y} : 827.00 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.002 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.225 m del nudo N111, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.35·Cargamuerta.

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

M_{Ed}⁺ : 0.01 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.225 m del nudo N111, para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Cargamuerta+1.05·Q(C)+1.5·V180.

M_{Ed}⁻: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}⁻ : 0.19 kN·m

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

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

M_{c,Rd} : 103.16 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

W_{pl,z} : 393.90 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

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

Siendo:

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

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

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

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

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

$$66.17 \text{ kN} \leq 210.79 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Cargamuerta+1.5·Q(C)+0.9·V90+0.75·N1.

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

$$V_{Ed} : \underline{66.17} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{421.58} \text{ kN}$$

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

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

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

$$0.06 \text{ kN} \leq 552.98 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+0.8·Cargamuerta+1.5·V180.

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

$$V_{Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{1105.96} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

$$\eta : \underline{0.655} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_y \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.666} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.449} \quad \checkmark$$

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON
UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 3.320 m del nudo N111, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Cargamuerta+1.5·Q(C)+0.9·V270+0.75·N1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>208.58</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed}⁺ : <u>122.99</u> kN·m
	M_{z,Ed}⁺ : <u>0.00</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>2383.33</u> kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>216.60</u> kN·m
	M_{pl,Rd,z} : <u>103.16</u> kN·m

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

A: Área de la sección bruta.	A : <u>91.00</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>827.00</u> cm ³
	W_{pl,z} : <u>393.90</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

f _y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
--	--

γ _{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>
--	-------------------------------------

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$	k_y : <u>1.01</u>
--	------------------------------------

$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$	k_z : <u>1.04</u>
--	------------------------------------

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

	C_{m,y} : <u>1.00</u>
--	--------------------------------------

	C_{m,z} : <u>1.00</u>
--	--------------------------------------

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

	χ_y : <u>0.95</u>
--	------------------------------------

	χ_z : <u>0.84</u>
--	------------------------------------

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

	λ̄_y : <u>0.33</u>
--	-------------------------------------

	λ̄_z : <u>0.50</u>
--	-------------------------------------

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$\alpha_y : 0.60$

$\alpha_z : 0.60$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Cargamuerta+1.5·Q(C)+0.9·V90+0.75·N1.

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

66.17 kN ≤ 210.79 kN ✓

Donde:

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

$V_{Ed,z} : 66.17 \text{ kN}$

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

$V_{c,Rd,z} : 421.58 \text{ kN}$

2.6.3. Vigas

Para las vigas, los perfiles finalmente escogidos, siendo el criterio de ELU Resistencia el que los ha determinado, han sido: IPE 120, 140, 200, 300, 360 Y 450.

Características vigas								
PERFIL	Área (cm ²)	Peso (kN/m)	Eje Y-Y*			Eje Z-Z*		
			I _y (cm ⁴)	W _{el,y} (cm ³)	i _y (cm)	I _z (cm ⁴)	W _{el,z} (cm ³)	i _z (cm)
IPE 120	13.2	0.104	317.8	52.96	4.90	27.67	8.65	1.45
IPE 140	16.4	0.129	541.2	77.32	5.74	44.92	12.31	1.65
IPE 200	28.5	0.224	1943	194.3	8.26	142.4	28.47	2.24
IPE 300	53.8	0.422	8356	557.1	12.46	603.8	80.5	3.35
IPE 360	72.7	0.571	16270	903.6	14.95	1043	122.8	3.79
IPE 450	98.8	0.776	33740	1500	18.48	1676	176.4	4.12

*Los ejes indicados se corresponden a los ilustrados en la Ilustración 13.

Tabla 18. Características de los perfiles empleados para las vigas

Las comprobaciones a realizar son:

2.6.3.1. ELS Deformación

Basándonos en lo expuesto en el apartado “2.3.5.2 Estados límite de servicio”, para este criterio las vigas deben de cumplir que la flecha relativa que se produce en ellas ha de ser menor que 1/400 según el criterio más restrictivo, que es el de integridad.

Del mismo modo que se ha explicado para los pilares, lo que se procede a realizar es el cálculo de la flecha relativa de la viga especificada en la Ilustración 30. Los mayores desplazamientos para esta viga, se producen para la combinación de acciones: Peso propio, junto con la carga muerta, más la sobrecarga de uso de la primera planta, más la acción de nieve ponderada con 0.5.

$$f_{ij} = \frac{|f_i - f_j|}{2 \cdot L} < f_{r,adm} = \frac{1}{400} \quad (18)$$

$$f_{ij} = \frac{|0 - (-0.681)|}{2 \cdot 6784} = 50.19 \cdot 10^{-6} < 2.5 \cdot 10^{-3} = \frac{1}{400}$$

Desde el software de cálculo, obtenemos los distintos tipos de flechas calculadas para esa viga:

Flechas								
Grupo	Flecha máxima absoluta xy		Flecha máxima absoluta xz		Flecha activa absoluta xy		Flecha activa absoluta xz	
	Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima relativa xz		Flecha activa relativa xy		Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N116/N117	6.674	0.00	23.852	8.86	6.674	0.00	24.270	3.12
	-	L/(>1000)	23.852	L/(>1000)	-	L/(>1000)	24.270	L/(>1000)

Tabla 19. Flechas de la viga seleccionada

2.6.3.2. ELU Pandeo

En este caso no se ha realizado un proceso como el descrito para los pilares, puesto que las uniones que se dan en las vigas sí que están dadas como casos canónicos por el CTE DB-SE-A [4].

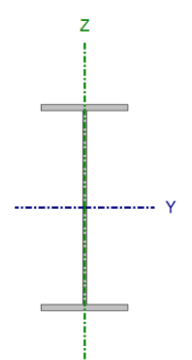
Para el plano del pórtico, las vigas están empotradas en cada uno de los extremos a los pilares, sin embargo, sí que se considera que uno de los apoyos sí que se puede desplazar debido al movimiento de alguno de los pilares a los que está empotrada. Para este caso, y según la Tabla 16, la constante β será igual a 1.

En el caso del plano perpendicular al de los pórticos, se considera que el pandeo de las vigas está impedido por la presencia del forjado, siendo, por tanto, la constante β igual a 0. De la misma forma, el forjado impide también el pandeo lateral de las vigas.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

2.6.3.3. Comprobaciones realizadas por el software de cálculo

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado		
	λ	l_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	NM_yM_z	$NM_yM_zV_yV_z$	M_t		M_tV_z	M_tV_y
N116/N118	N.P. ⁽¹⁾	$l_w \leq l_{w,m\acute{a}x}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 6.785 \text{ m}$ $h = 72.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	$x: 6.785 \text{ m}$ $h = 34.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$h < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPLE h = 72.5
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> λ: Limitación de esbeltez l_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t: Resistencia a tracción N_c: Resistencia a compresión M_y: Resistencia a flexión eje Y M_z: Resistencia a flexión eje Z V_z: Resistencia a corte Z V_y: Resistencia a corte Y M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados NM_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados $NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <ul style="list-style-type: none"> ⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión. ⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. 																

Perfil: IPE 450 Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_y^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)
	N116	N118	6.875	98.80	33740.00	1676.00	66.75
<p>Notas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme 							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	b	0.00	1.00	0.00	0.00		
	L _k	0.000	6.875	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
<p>Notación:</p> <ul style="list-style-type: none"> b: Coeficiente de pandeo L_k: Longitud de pandeo (m) C_m: Coeficiente de momentos C₁: Factor de modificación para el momento crítico 							

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

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

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

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

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

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

η : 0.725 ✓

Para flexión positiva:

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

M_{Ed}^+ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.785 m del nudo N116, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Cargamuerta+1.5·Q(C)+0.9·V270.

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

M_{Ed}^- : 323.08 kN·m

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

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

$M_{c,Rd}$: 445.76 kN·m

Donde:

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

Clase : 1

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

$W_{pl,y}$: 1702.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 275.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

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

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

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

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

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

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 214.50 \text{ kN} \leq 384.26 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Cargamuerta+1.5·Q(C)+0.75·N1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 214.50 \text{ kN}$
 $V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : 768.52 \text{ kN}$

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

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

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

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

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

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

2.6.4. Arriostramientos

Para definir el arriostramiento del edificio, se han dispuesto perfiles cuadrados huecos conformados en frío a modo de "V" invertidas. Estos elementos pueden trabajar a compresión o a tracción según la hipótesis que se considere.

Para constituir los arriostramientos se ha elegido el perfil #140x4 de la serie SHS.

Características tubos cuadrados					
PERFIL	Área (cm ²)	Peso (kg/m)	Eje Y-Y* = Eje Z-Z*		
			$I_y = I_z$ (cm ⁴)	$W_y = W_z$ (cm ³)	$i_y = i_z$ (cm)
#140X4	12	9.41	114	28.6	3.09

*Los ejes indicados se corresponden a los ilustrados en la Ilustración 14.

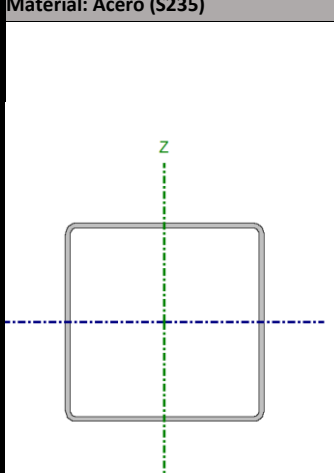
Tabla 20. Características perfiles de arriostramientos

2.6.4.1. Comprobaciones realizadas por el software de cálculo

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	λ	l_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$		$M_t V_y$
N181/N174	$\lambda < 2.0$ Cumple	$x: 0.411 \text{ m}$ $l_w \leq l_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0.129 \text{ m}$ $h = 95.7$	$x: 2.387 \text{ m}$ $h = 1.6$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.129 \text{ m}$ $h = 0.3$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$x: 0.411 \text{ m}$ $h < 0.1$	N.P. ⁽⁴⁾	$x: 2.387 \text{ m}$ $h = 98.3$	$x: 0.411 \text{ m}$ $h < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	CUMPLE $h = 98.3$
Notación: λ : Limitación de esbeltez l_w : Abolladura del alma inducida por el ala comprimida N_t : Resistencia a tracción N_c : Resistencia a compresión M_y : Resistencia a flexión eje Y M_z : Resistencia a flexión eje Z V_z : Resistencia a corte Z																

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	l_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
<p>V_y: Resistencia a corte Y M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados N M_yM_z: Resistencia a flexión y axil combinados N M_yM_zV_yV_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados M_t: Resistencia a torsión M_yV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados M_zV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados x: Distancia al origen de la barra h: Coeficiente de aprovechamiento (%) N.P.: No procede</p> <p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción. ⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector. ⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante. ⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede. ⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor. ⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																

Perfil: SHS 140x4		Material: Acero (S235)					
	Nudos		Características mecánicas				
	Inicial	Final	Longitud (m)	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N181	N174	4.898	21.34	650.67	650.67	1023.18
	Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
b	1.00	1.00	0.00	0.00			
L _k	4.898	4.898	0.000	0.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación: b: Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

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

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

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

$$\bar{\lambda} : \underline{0.94} \quad \checkmark$$

Donde:

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

Clas
e : 1

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

A : 21.34 cm²
MP

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

f_y : 235.00 a

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : 562.08 kN

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} : 562.08$ kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : 562.08$ kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \text{¥}$

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : 650.67$ cm⁴

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : 650.67$ cm⁴

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : 8$ cm⁴

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : 4.15$ cm⁶

E : Módulo de elasticidad. $E : 210000$ a MP

G : Módulo de elasticidad transversal. $G : 81000$ a MP

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. $L_{ky} : 4.898$ m

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. $L_{kz} : 4.898$ m

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. $L_{kt} : 0.000$ m

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. $i_0 : 7.81$ cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^2$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. $i_y : 5.52$ cm

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $i_z : 5.52$ cm

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $y_0 : 0.00$ mm

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. $z_0 : 0.00$ mm

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

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

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

Se debe satisfacer:

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

$\eta : 0.548$ ✓

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

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

$$\eta : \underline{0.957} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.129 m del nudo N181, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Cargamuerta+1.5·Q(C)+0.9·V270+0.75·N1.

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

$$N_{c,Ed} : \frac{261.7}{2} \text{ kN}$$

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

$$N_{c,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{c,Rd} : \frac{477.5}{7} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$\text{Clas} \quad e : \underline{1}$$

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

$$A : \frac{21.34}{223.8} \text{ cm}^2 \text{ MP}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{1} \text{ a}$$

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

Siendo:

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

$$f_y : \frac{235.0}{0} \text{ MP a}$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

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

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

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$$

$$N_{b,Rd} : \frac{273.5}{2} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \frac{21.34}{223.8} \text{ cm}^2 \text{ MP}$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{1} \text{ a}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \frac{235.0}{0} \text{ MP a}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - (\bar{\lambda})^2}} \leq 1$$

$$\chi_y : 0.57$$

$$\chi_z : 0.57$$

Siendo:

$$\Phi = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0.2) + (\bar{\lambda})^2]$$

$$\Phi_y : 1.13$$

$$\Phi_z : 1.13$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : 0.49$$

$$\alpha_z : 0.49$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

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

$$\bar{\lambda}_y : 0.94$$

$$\bar{\lambda}_z : 0.94$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$562.0$$

$$N_{cr} : 8 \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$562.0$$

$$N_{cr,y} : 8 \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$562.0$$

$$N_{cr,z} : 8 \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \text{¥}$$

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

Se debe satisfacer:

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

$$\eta : 0.016 \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.387 m del nudo N181, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·Cargamuerta.

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

$$M_{Ed}^+ : 0.40 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

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

$$M_{Ed}^- : 0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

$$M_{c,Rd} : 24.84 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Donde:

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

Clase : 1

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

W_{pl,y} : 111.01 cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 223.81 MPa

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

Siendo:

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

f_y : 235.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

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

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

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

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

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

0.31 kN ≤ 68.23 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.411 m del nudo N181, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·Cargamuerta.

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

V_{Ed} : 0.31 kN

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

V_{c,Rd} : 136.45 kN

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

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

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}}$$

η : 0.563 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_y \cdot W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

η : 0.983 ✓

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{pl,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{pl,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$\eta : \underline{0.972} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 2.387 m del nudo N181, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·Cargamuerta+1.5·Q(C)+0.9·V270+0.75·N1.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{261.36} \text{ kN}$$

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

$$M_{y,Ed} : \underline{0.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

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

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

$$N_{pl,Rd} : \underline{477.57} \text{ kN}$$

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

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{24.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{24.84} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{21.34} \text{ cm}^2$$

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{111.01} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{111.01} \text{ cm}^3$$

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{223.81} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.71}$$

$$k_z = 1 + (\bar{\lambda}_z - 0.2) \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.71}$$

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.57}$$

$$\chi_z : \underline{0.57}$$

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.94}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.94}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

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

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

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.411 m del nudo N181, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.8·Cargamuerta.

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

$$0.31 \text{ kN} \leq 68.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{0.31} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{136.45} \text{ kN}$$

2.6.5. Cimentaciones

2.6.5.1. Placas de anclaje

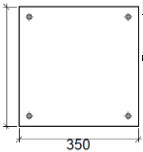
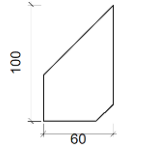
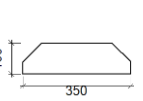
Las comprobaciones de seguridad realizadas por el software de cálculo y que se exponen a continuación, están relacionadas con los siguientes Estados Límite Últimos:

- ELU de Agotamiento del apoyo.
- ELU de Agotamiento de la placa a flexión.
- ELU agotamiento de los pernos.
- ELU anclaje de los pernos en el hormigón.

Las comprobaciones realizadas por el software de cálculo son para la placa de anclaje seleccionada:

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

1) Pilar HE 220 B

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ _∥ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perim	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Placa base		350	350	15	4	16	S275	275.0	410.0
Rigidizador		60	100	5	-	-	S275	275.0	410.0
Rigidizador		350	100	5	-	-	S275	275.0	410.0

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1093	9.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 291 mm	Cumple
Separación mínima pernos-perfil: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 31 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Esbeltz de rigidizadores:	Máximo: 50	
- Paralelos a X:	Calculado: 41.3	Cumple
- Paralelos a Y:	Calculado: 41.3	Cumple

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 17 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 53.34 kN Calculado: 4.13 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 37.34 kN Calculado: 11.2 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 53.34 kN Calculado: 20.13 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 63.92 kN Calculado: 4.8 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 476.19 MPa Calculado: 108.522 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 125.71 kN Calculado: 11.2 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 115.652 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 115.135MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 191.412 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 199.664MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 16220.6	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 16734.7	Cumple
- Arriba:	Calculado: 8554.64	Cumple
- Abajo:	Calculado: 8129.41	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 20.7368 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.6.5.2. Zapatas

Las zapatas que forman la cimentación han de someterse a una serie de comprobaciones con el fin de garantizar el cumplimiento de los siguientes Estados Límite Últimos:

- ELU Deslizamiento.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

- ELU Hundimiento.
- ELU Vuelco.
- ELU Capacidad Estructural.

Como se ha explicado en el apartado “1.4.2 Cimentación”, se han dispuesto tres tipos de zapatas, todas ellas cuadradas. A continuación, se adjunta, las comprobaciones para uno de los tres tipos.

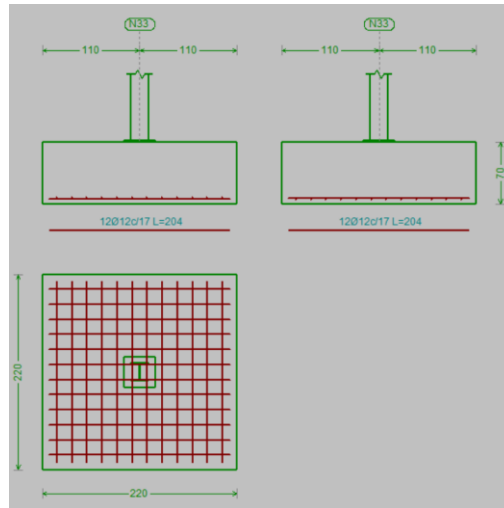


Ilustración 31. Zapata comprobada

Referencia: N33		
Dimensiones: 220 x 220 x 70		
Armados: Xi:Ø12c/17 Yi:Ø12c/17		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> <ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: 	Máximo: 0.2 MPa Calculado: 0.151761 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.152349 MPa Máximo: 0.249959 MPa Calculado: 0.152447 MPa	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	Reserva seguridad: 283658.3 % Reserva seguridad: 14428.4 %	Cumple Cumple

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON
UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 190.94 kN-m Momento: 191.73 kN-m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 134.50 kN Cortante: 135.18 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 1155.5 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N33:	Mínimo: 40 cm Calculado: 63 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0008 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 17 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 17 cm Mínimo: 32 cm	Cumple

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 32 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 32 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 32 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

2.6.5.3. Vigas de atado:

Para estos elementos, las comprobaciones que se han realizado son:

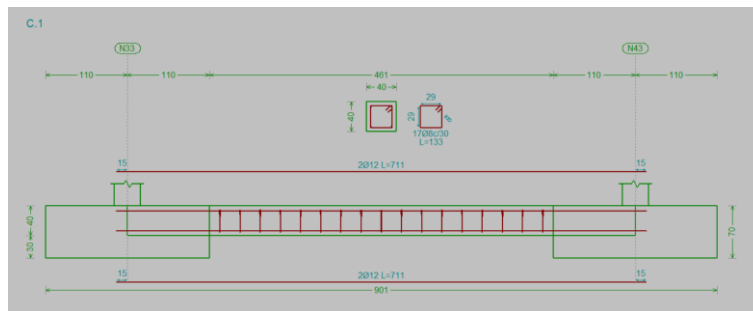


Ilustración 32. Ejemplo de viga de atado

Referencia: C.1 [N33-N43] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Referencia: C.1 [N33-N43] (Viga de atado)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		
- No llegan estados de carga a la cimentación.		

3. Mediciones y Presupuesto

3.1. Capítulo 1: Acondicionamiento del terreno

3.1.1. Partida 1.1: Desbroce y limpieza del terreno con arbustos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
1.1	m ²	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos	2.671	1,75	4.674,25
	Desbroce y limpieza del terreno con arbustos, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: arbustos, pequeñas plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm; y carga a camión. El precio no incluye la tala de árboles ni el transporte de los materiales retirados.				

3.1.2. Partida 1.2: Excavación de tierras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
1.2	m ³	Excavación a cielo abierto, con medios mecánicos	169,58	5,37	910,64
	Excavación a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, y carga a camión. El precio no incluye el transporte de los materiales excavados.				

3.1.3. Partida 1.3: Transporte de tierras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
1.3	m ³	Transporte de tierras dentro de la obra	169,58	0,82	139,06
	Transporte de tierras con camión de 12 t de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno dentro de la obra. El precio incluye el tiempo de espera en obra durante las operaciones de carga, el viaje de ida, la descarga y el viaje de vuelta, pero no incluye la carga en obra.				

3.1.4. Resumen Capítulo 1

Presupuesto Capítulo 1		Importe (€)
Partida 1.1		4.674,25
Partida 1.2		910,64
Partida 1.3		139,06
TOTAL Capítulo 1		5.723,95

3.2. Capítulo 2: C Cimentaciones

3.2.1. Partida 2.1: Hormigón de limpieza

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
2.1	m ²	Capa de hormigón de limpieza	279,30	7,52	2.100,34
		Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada			

3.2.2. Partida 2.2: Vigas de atado

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
2.2	m ³	Viga entre zapatas	38,05	148,62	5.654,99
		Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 SD, con una cuantía aproximada de 60 kg/m ³ . Incluso alambre de atar, y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.			

3.2.3. Partida 2.3: Zapatas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
2.3	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado	128,97	139,95	18.049,35
		Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 500 SD, con una cuantía aproximada de 50 kg/m ³ . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye el encofrado.			

3.2.4. Resumen Capítulo 2

Presupuesto Capítulo 2		Importe (€)
Partida 2.1		2.100,34
Partida 2.2		5.654,99
Partida 2.3		18.049,35
TOTAL Capítulo 2		25.804,68

3.3. Capítulo 3: E Estructuras

3.3.1. Partida 3.1: Acero para pilares

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
3.1	kg	Acero en pilares	18.571,45	1,65	30.642,89
	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.				

3.3.2. Partida 3.2: Acero para vigas

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
3.2	kg	Acero en vigas	41.722,78	1,62	67.590,90
	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.				

3.3.3. Partida 3.3: Acero para tirantes de los arriostramientos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
3.3	kg	Acero conformado en frío para refuerzo estructural	2.621,57	3,69	9.673,59
	Acero laminado UNE-EN 10025 S235JR, en pieza simple de perfiles conformados en frío de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular y pletina, acabado con imprimación antioxidante, conformando elementos de anclaje, trabajado en taller y fijado mediante soldadura, para refuerzo estructural colocado a una altura de más de 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.				

3.3.4. Partida 3.4: Acero para escaleras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
3.4	kg	Acero para escaleras	2.763,66	7,28	20.119,44
	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en estructura de escalera compuesta de zancas y mesetas, formada por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.				

3.3.5. Partida 3.5: Acero para placas de anclaje de Tipo 1

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
3.5	ud	Acero en placas de anclaje. Tipo 1	14	68,46	958,44
	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 350x350 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 SD de 16 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos. El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.				

3.3.6. Partida 3.6: Partida 3.5: Acero para placas de anclaje de Tipo 2

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
3.6	ud	Acero en placas de anclaje. Tipo 2	4	71,04	284,16
	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 350x350 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 SD de 20 mm de diámetro y 40 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos. El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.				

3.3.7. Partida 3.7: Acero para placas de anclaje de Tipo 3

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
3.7	ud	Acero en placas de anclaje. Tipo 3	25	70,76	1769
	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 350x350 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 SD de 16 mm de diámetro y 40 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos. El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.				

3.3.8. Partida 3.8: Acero para placas de anclaje de Tipo 4

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
	ud	Acero en placas de anclaje. Tipo 4	2	82,23	164,46
3.8		Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con rigidizadores y taladro central, de 400x400 mm y espesor 15 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos. El precio incluye los cortes, los despuntes, las pletinas, las piezas especiales y los elementos auxiliares de montaje.			

3.3.9. Resumen Capítulo 3

Presupuesto Capítulo 3	Importe (€)
Partida 3.1	30.642,89
Partida 3.2	67.590,90
Partida 3.3	9.673,59
Partida 3.4	20.119,44
Partida 3.5	958,44
Partida 3.6	284,16
Partida 3.7	1.769
Partida 3.8	164,46
TOTAL Capítulo 3	131.202,88

3.4. Capítulo 4: F Fachadas y Particiones

3.4.1. Partida 4.1: Cerramiento exterior

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
	m ²	Hoja exterior de ladrillo cerámico cara vista	1.148	46,22	53.060,56
4.1		Hoja exterior de fachada de dos hojas, con apoyo parcial sobre el forjado, de 11,5 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico cara vista perforado hidrófugo, color Blanco, acabado liso, 24x11,5x5 cm, con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, junta rehundida, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel. Revestimiento de los frentes de forjado y pilares con ladrillos cortados, colocados con mortero de alta adherencia. Dintel de fábrica armada de ladrillos cortados cara vista, aparejo a sardinel; montaje y desmontaje de apeo.			

3.4.2. Partida 4.2: Cerramiento interior

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
4.2	m2	Hoja interior de fachada de dos hojas, de fábrica de ladrillo cerámico para revestir	1.148	15,46	17.748,08
		Hoja interior de fachada de dos hojas, de 7 cm de espesor, de fábrica de ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 33x16x7 cm, con juntas horizontales y verticales de 10 mm de espesor, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-5, suministrado a granel. Dintel de fábrica armada de ladrillos cortados para revestir; montaje y desmontaje de apeo.			

3.4.3. Partida 4.3: Antepecho

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
4.3	m	Antepecho de fábrica	164	111,58	18.299,12
		Antepecho de hormigón armado, de 1,5 m de alto y 0,2 m de ancho, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 SD, cuantía 45 kg/m. El precio incluye la elaboración y el montaje de la ferralla en el lugar definitivo de su colocación en obra.			

3.4.4. Resumen Capítulo 4

Presupuesto Capítulo 4		Importe (€)
Partida 4.1		53.060,56
Partida 4.2		17.748,08
Partida 4.3		18.2999,12
TOTAL Capítulo 4		89.107,76

3.5. Capítulo 5: Q Cubierta

3.5.1. Partida 5.1: Cubierta Plana no transitable

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
5.1	m ²	Cubierta Plana no transitable, no ventilada, con grava	1500	63,76	95.640
		Cubierta plana no transitable, no ventilada, con grava, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%. FORMACIÓN DE PENDIENTES: mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de arcilla expandida, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, proporcionando una resistencia a compresión de 1 MPa y con una conductividad térmica de 0,087 W/(mK), con espesor medio de 10 cm; con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 4 cm de espesor, acabado fratasado; BARRERA DE VAPOR: lámina de betún aditivado con plastómero APP, LA-30-AL colocada con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB; AISLAMIENTO TÉRMICO: panel de espuma de			

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

	poliisocianurato soldable, de 40 mm de espesor; IMPERMEABILIZACIÓN: tipo monocapa, adherida, formada por una lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-40-FP, totalmente adherida con soplete; CAPA SEPARADORA BAJO PROTECCIÓN: geotextil no tejido compuesto por fibras de poliéster unidas por agujeteado, (200 g/m ²); CAPA DE PROTECCIÓN: Capa de canto rodado de 16 a 32 mm de diámetro, con un espesor medio de 10 cm. El precio no incluye la ejecución y el sellado de las juntas ni la ejecución de remates en los encuentros con paramentos y desagües.
--	---

3.5.2. Resumen Capítulo 5

Presupuesto Capítulo 5	Importe (€)
Partida 5.1	95.640
TOTAL Capítulo 5	95.640

3.6. Capítulo 6: Forjado y solado

3.6.1. Partida 6.1: Forjado planta 1

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
	m ²	Losa de placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado	1500	68,43	102.645
6.1		Losa de 20 + 5 cm de canto, realizada con placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, de 20 cm de canto y 120 cm de anchura, con momento flector último de 79 kN·m/m, con altura libre de planta de entre 3 y 4 m, apoyada directamente sobre vigas de canto o muros de carga; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión, realizados con hormigón HA-25/B/20/I fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 SD en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 0.46 kg/m ² , y malla electrosoldada ME 15x15 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso piezas de acero UNE-EN 10025 S275JR tipo Omega, en posición invertida, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, 1 kg/m ² , para el apoyo de las placas en los huecos del forjado, alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los apoyos ni los pilares.			

3.6.2. Partida 6.2: Forjado azotea

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
	m ²	Losa de placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado	1500	62,88	94.320
6.2		Losa de 15 + 5 cm de canto, realizada con placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, de 15 cm de canto y 120 cm de anchura, con momento flector último de 57 kN·m/m, con altura libre de planta de entre 3 y 4 m, apoyada directamente sobre vigas de canto o muros de carga; relleno de juntas entre placas alveolares, zonas de enlace con apoyos y capa de compresión,			

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

	realizados con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, acero B 500 SD en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 2 kg/m ² , y malla electrosoldada ME 15x15 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso piezas de acero UNE-EN 10025 S275JR tipo Omega, en posición invertida, laminado en caliente, con recubrimiento galvanizado, 1 kg/m ² , para el apoyo de las placas en los huecos del forjado, alambre de atar y separadores. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye los apoyos ni los pilares.
--	---

3.6.3. Partida 6.3: Forjado escaleras

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
	m ²	Losa mixta con chapa colaborante	187,28	65,87	12.335,80
6.3		Losa mixta de 11 cm de canto, con chapa colaborante de acero galvanizado con forma grecada, de 0,75 mm de espesor, 44 mm de altura de perfil y 172 mm de intereje, 10 conectores soldados de acero galvanizado, de 19 mm de diámetro y 81 mm de altura y hormigón armado realizado con hormigón HA-25/B/20/I fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,072 m ³ /m ² ; acero UNE-EN 10080 B 500 SD, con una cuantía total de 1 kg/m ² ; y malla electrosoldada ME 15x30 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; apoyado todo ello sobre estructura metálica. Incluso piezas angulares para remates perimetrales y de voladizos, tornillos para fijación de las chapas, alambre de atar, separadores y agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros. El precio incluye la elaboración de la ferralla (corte, doblado y conformado de elementos) en taller industrial y el montaje en el lugar definitivo de su colocación en obra, pero no incluye la estructura metálica.			

3.6.4. Partida 6.4: Solado

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio (€/Ud)	Importe (€)
	m ²	Losa de placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado	3000	25,47	76.410
6.4		Solado de baldosas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm), clasificado de uso normal para interiores, 40x40 cm, color Marfil, colocadas a golpe de maceta sobre lecho de mortero de cemento, industrial, M-5 y rejuntadas con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 coloreada con la misma tonalidad de las baldosas.			

3.6.5. Resumen Capítulo 6

Presupuesto Capítulo 6		Importe (€)
Partida 6.1		102.645
Partida 6.2		94.320
Partida 6.3		12.335,80
Partida 6.4		76.410
TOTAL Capítulo 6		285.710,80

3.7. Presupuesto de Ejecución material (PEM)

Presupuesto de ejecución material (PEM)	Importe(€)
Capítulo 1: A Acondicionamiento del Terreno	5.723,95
Capítulo 2: C Cimentaciones	25.804,68
Capítulo 3: E Estructuras	131.202,88
Capítulo 4: F Fachadas y Particiones	89.107,76
Capítulo 5: Q Cubierta	95.640
Capítulo 6: F Forjado y Solado	285.710,80
TOTAL Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	633.190,07

3.8. Presupuesto de Ejecución por contrata (PEC)

Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)	Importe (€)
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	633.190,07
Beneficio Industrial (6%)	37.991,40
Gastos Generales (13%)	82.314,71
TOTAL Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)	753.496,18

3.9. Presupuesto Base de Licitación (PBL)

Presupuesto Base de Licitación	Importe (€)
Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC)	753.496,18
IVA (21%)	158.234,20
TOTAL Presupuesto Base de Licitación (PBL)	911.730,37

FINALMENTE, EL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN ASCIENDE A NOVECIENTOS ONCE MIL SETECIENTOS TREINTA EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS.

3.10. Análisis del presupuesto

A continuación, se presenta un gráfico circular con el fin de observar que partes de la obra tienen mayor peso económico:

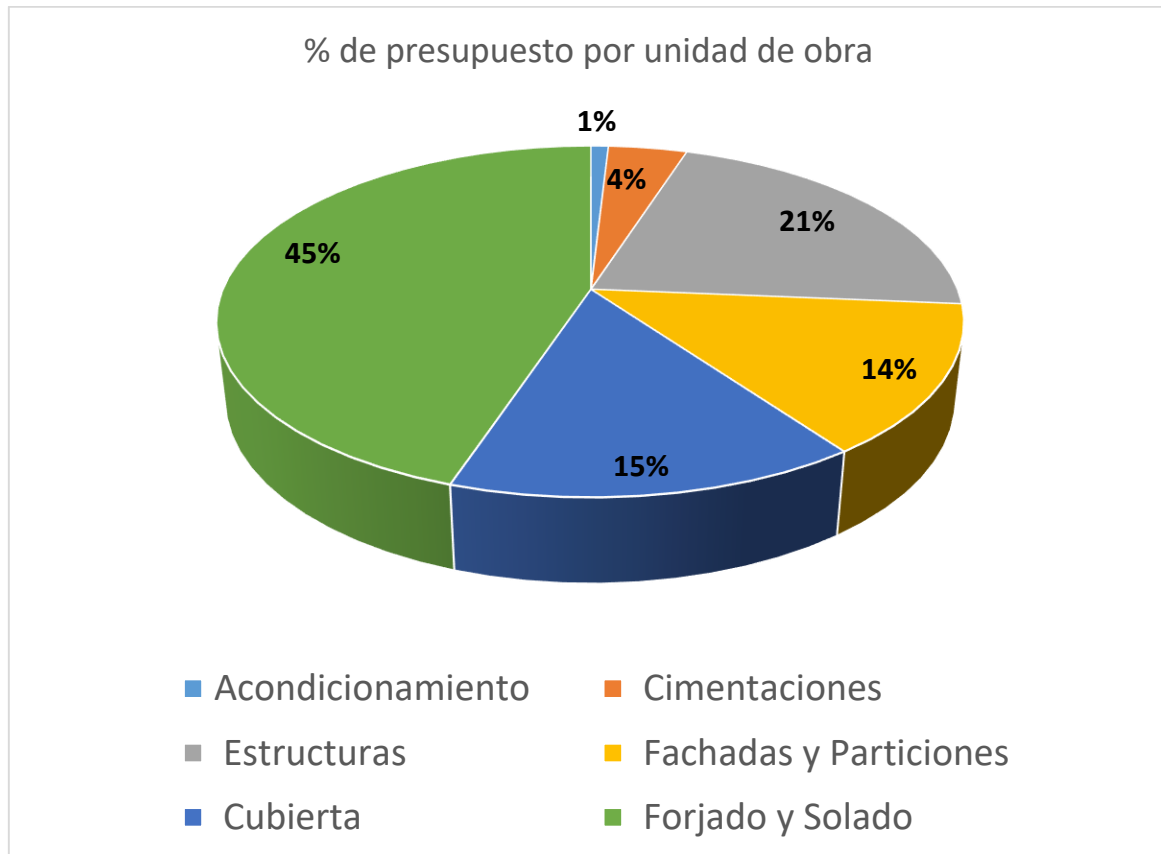


Ilustración 33. Análisis del presupuesto. Fuente: Excel, elaboración propia

Se observa que los capítulos que más influyen en el presupuesto son los forjados y el solado, siendo su precio un 45% del presupuesto de ejecución material, y las estructuras de acero que se han utilizado, cuyo coste supone un 21% del mismo.

En relación con el forjado, se entiende que el precio es más elevado en comparación con los otros capítulos puesto que las plantas de la estructura tienen una gran superficie, y el armado que se ha dispuesto en cada forjado también encarece el precio. Además, se ha considerado que los forjados a instalar sean prefabricados y no puestos en obra, siendo esta última opción más económica.

Por otra parte, es fácil de comprender, que la estructura de acero también sea uno de los capítulos más relevantes del presupuesto, puesto que a pesar de que el coste de dicho material es bajo, la cantidad de acero que se ha empleado es bastante elevada además de que su empleo requiere de mano de obra especializada y costosa, como pueden ser la de los soldadores.

DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON
UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALÈNCIA

Para concluir, los capítulos más económicos son el acondicionamiento del terreno y las cimentaciones, que suponen un 5% del presupuesto final. El acondicionamiento del terreno es el capítulo más económico debido a que no se aportan materiales como el hormigón o el acero.

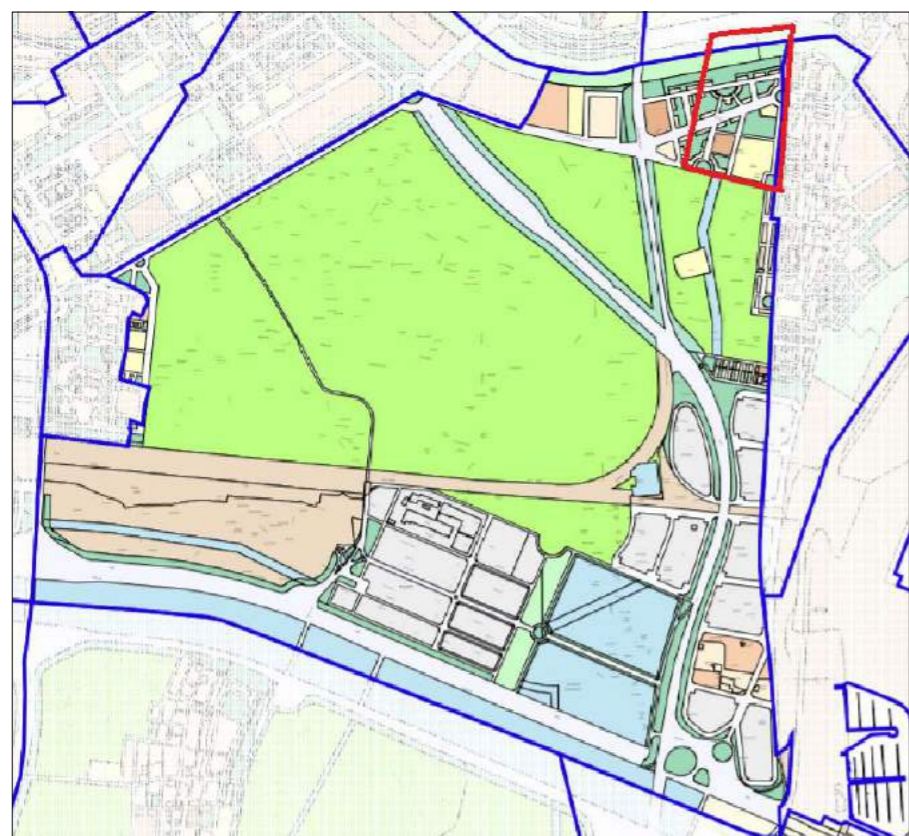
4. Planos

Índice de los Planos

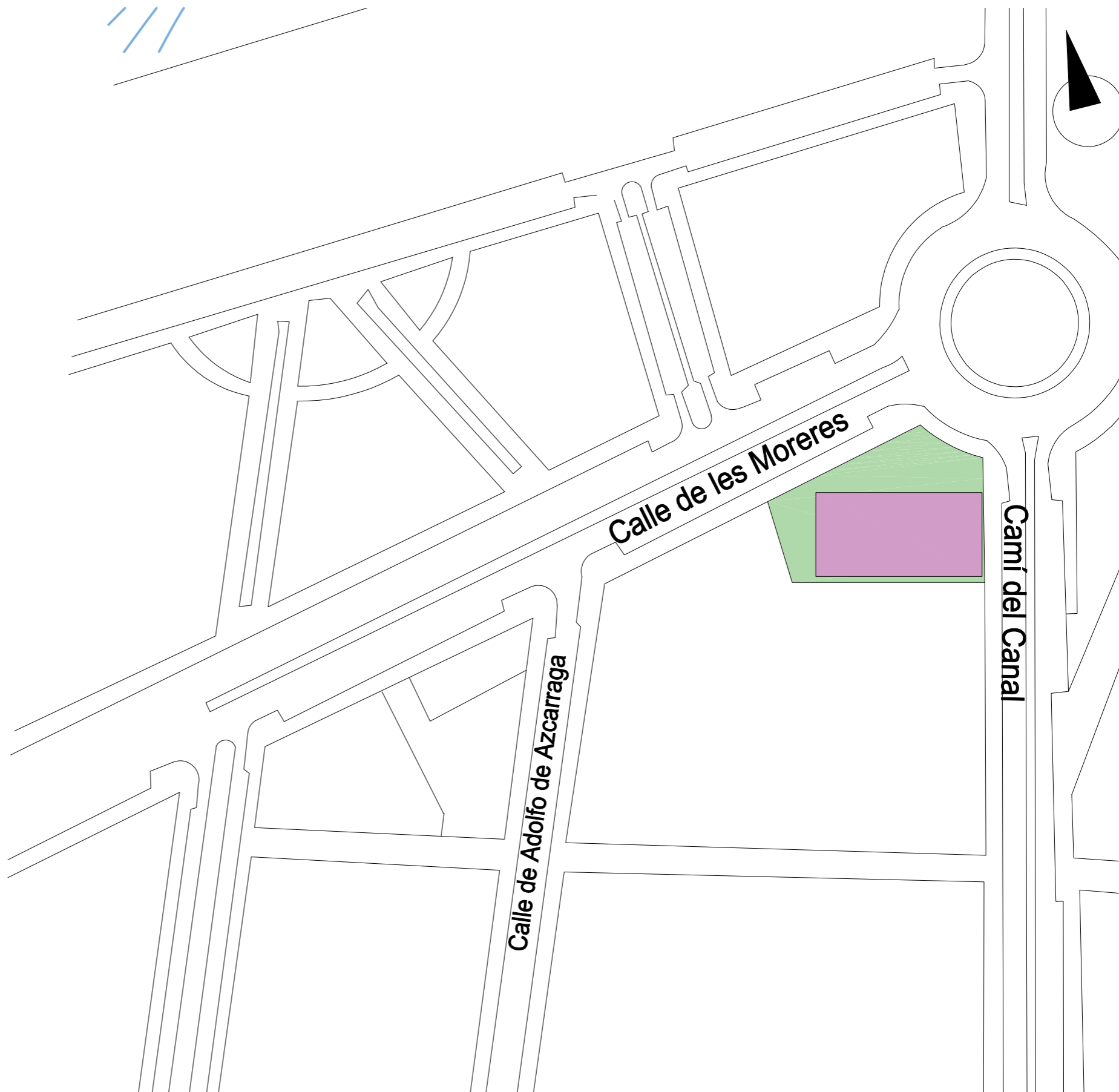
4.1	Situación y emplazamiento del edificio	97
4.2	Alzados fachada frontal y lateral.....	98
4.3	Distribución de la planta baja y aparcamiento	99
4.4	Distribución de la segunda planta.....	100
4.5	Planta de Cubierta	101
4.6	Replanteo en parcela	102
4.7	Cimentación	103
4.8	Cimentación. Detalles	104
4.9	Estructura 3D	105
4.10	Estructura metálica. Alineación A.....	106
4.11	Estructura metálica. Alineación B.....	107
4.12	Estructura metálica. Alineación C.....	108
4.13	Estructura metálica. Alineación I	109
4.14	Estructura metálica. Alineación 1	110
4.15	Estructura metálica. Alineación 3	111
4.16	Forjado y estrucutra metálica de la primera planta	112
4.17	Forjado y estrucutra metálica de la cubierta.....	113



Localización del barrio La punta (Escala 1:1700000)



Plano General Barrio La Punta (Escala 1:30000)



Situación de parcela (Escala: 1:1000)

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto:
DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m2 POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

Plano: Situación y emplazamiento del edificio

Autor:
María Portales Millán

Fecha:
Julio 2020

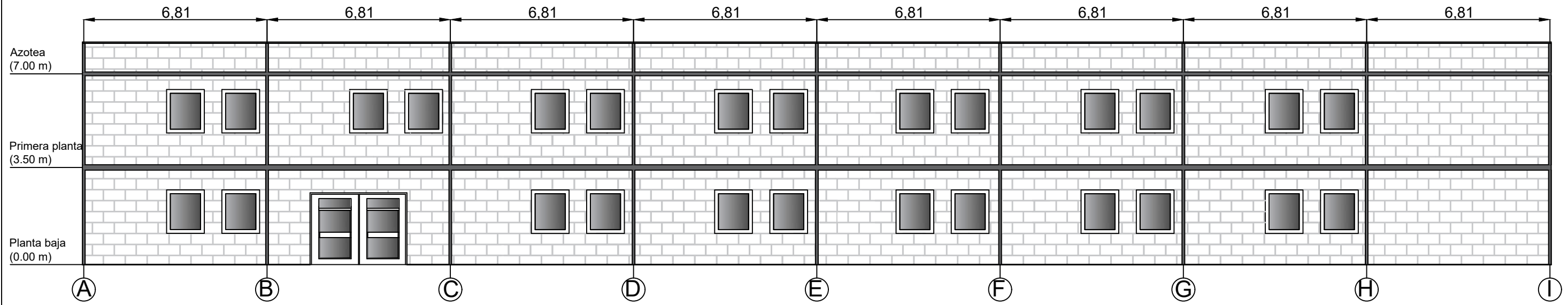
Escala:
Varias

Nº Plano:

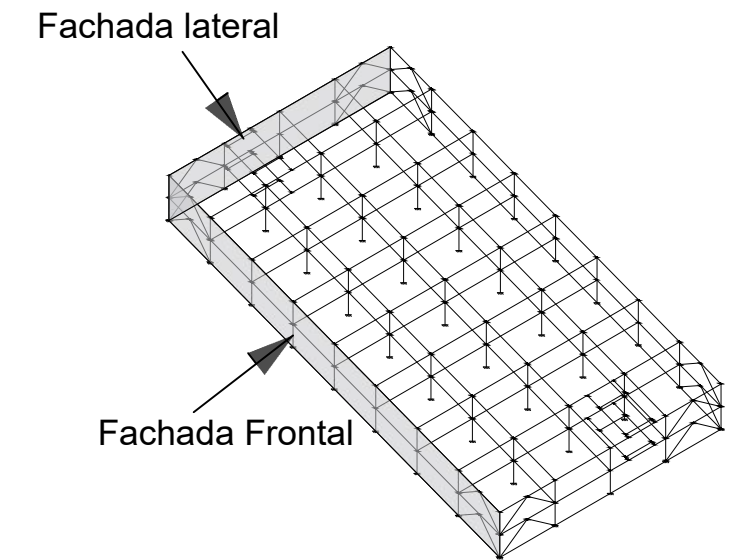
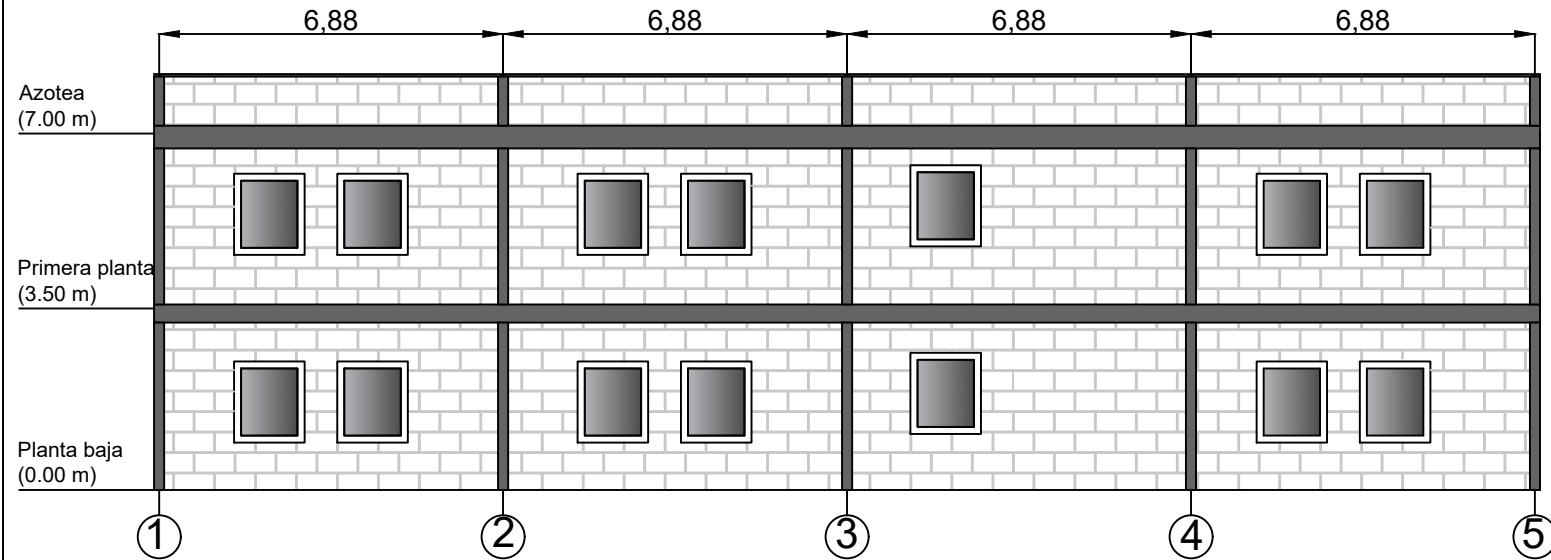
1

*Cotas en metros

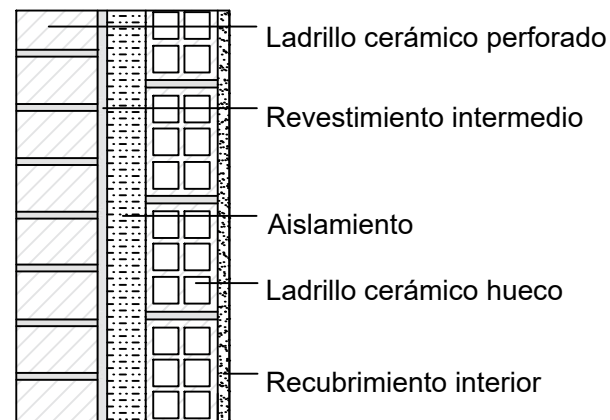
Alzado fachada frontal



Alzado fachada lateral



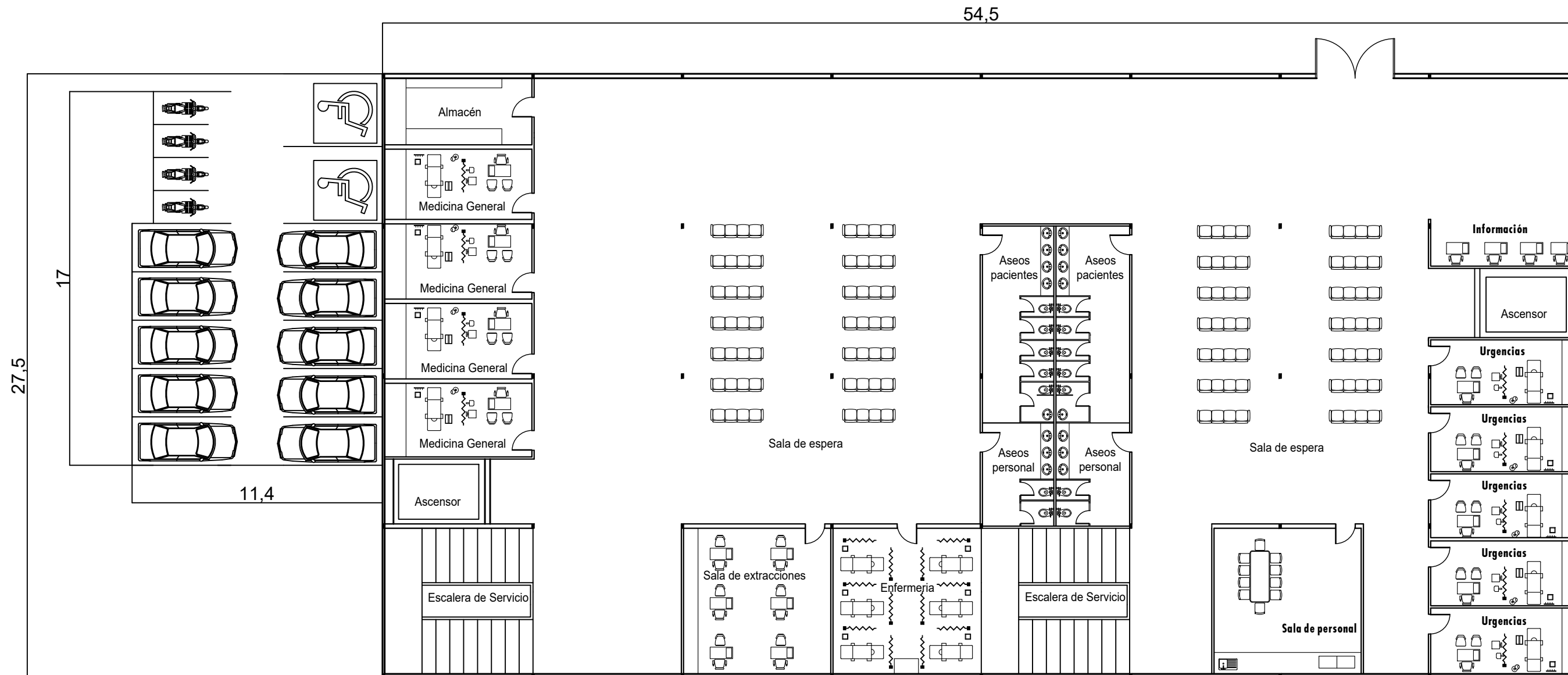
Detalle elemento constructivo: cerramiento de fachada



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

*Cotas en metros



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m2 POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

Plano: Distribución de la planta baja y del aparcamiento

Autor: María Portales Millán

Fecha: Julio 2020

Escala: 1:200

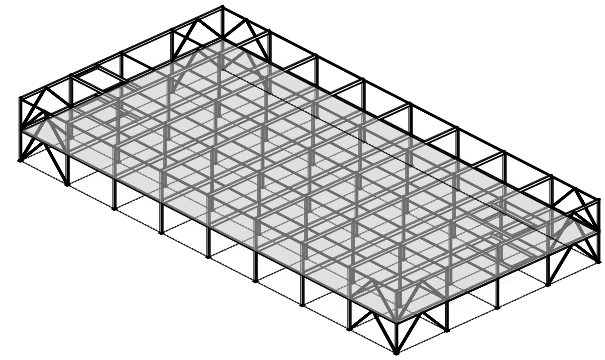
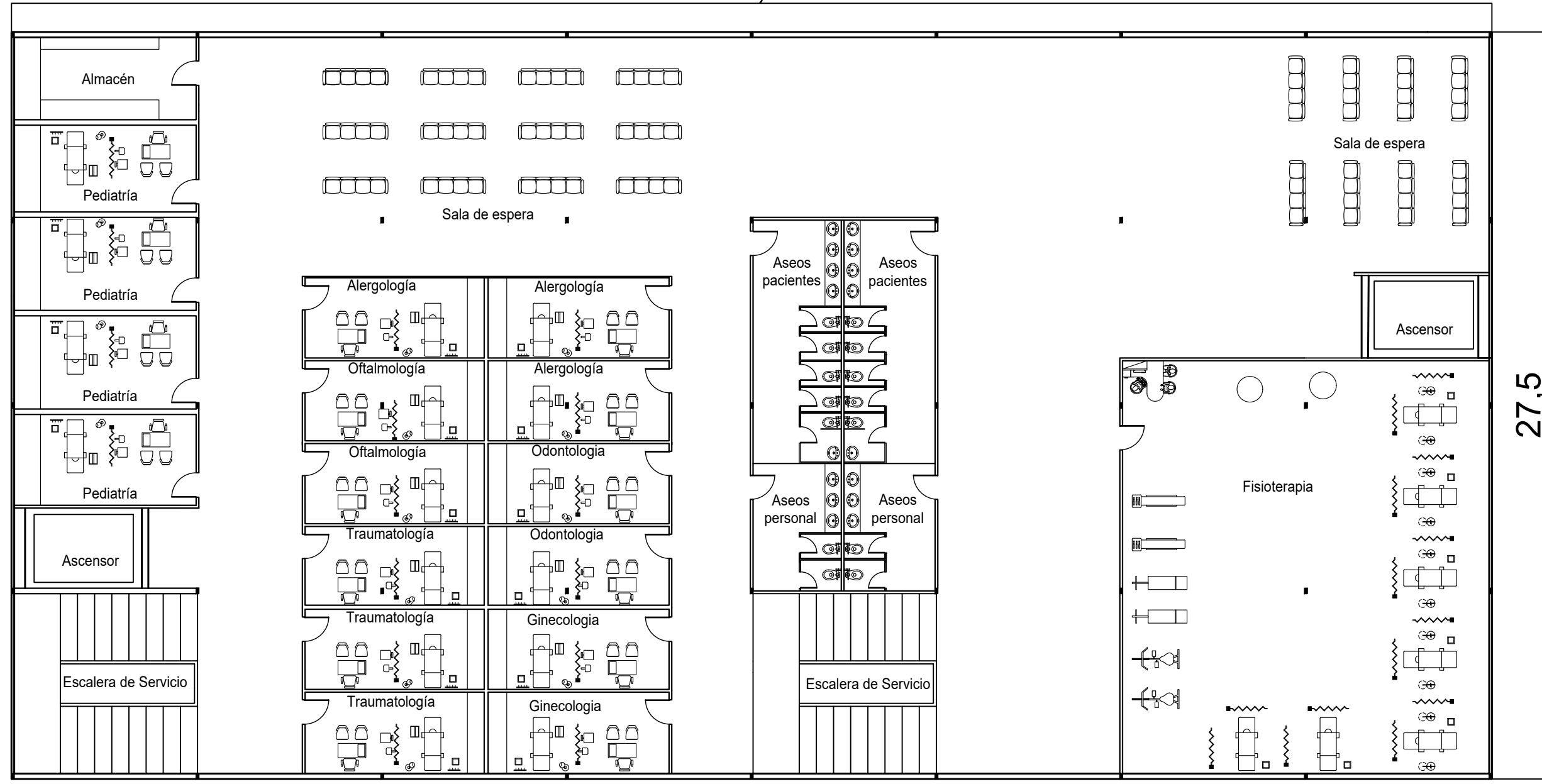
Nº Plano:

3

*Cotas en metros

54,5

27,5



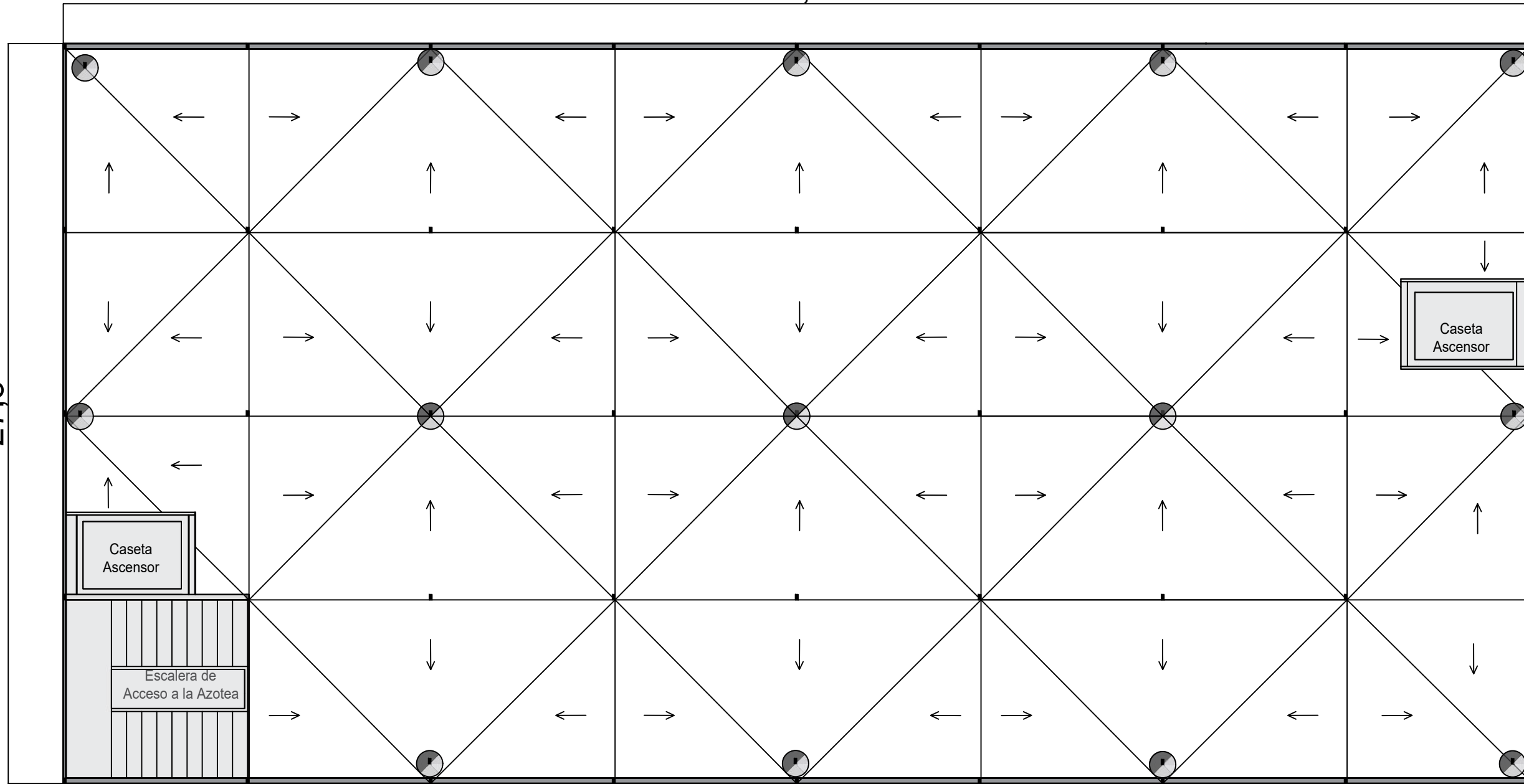
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

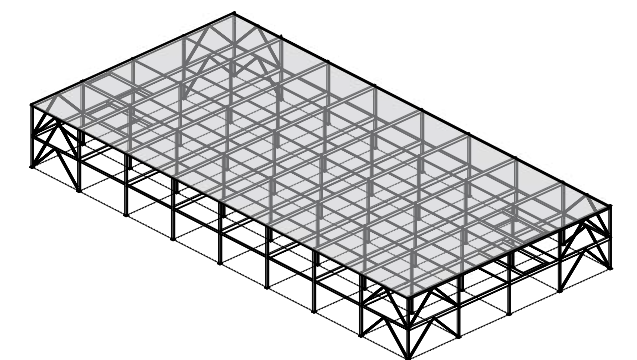
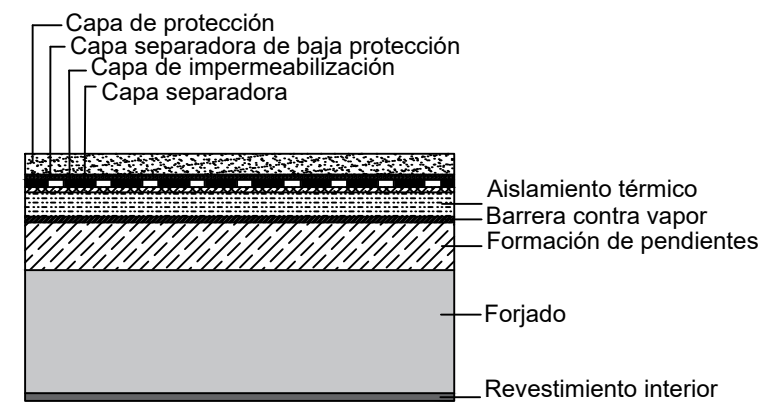
*Cotas en metros

54,5

27,5



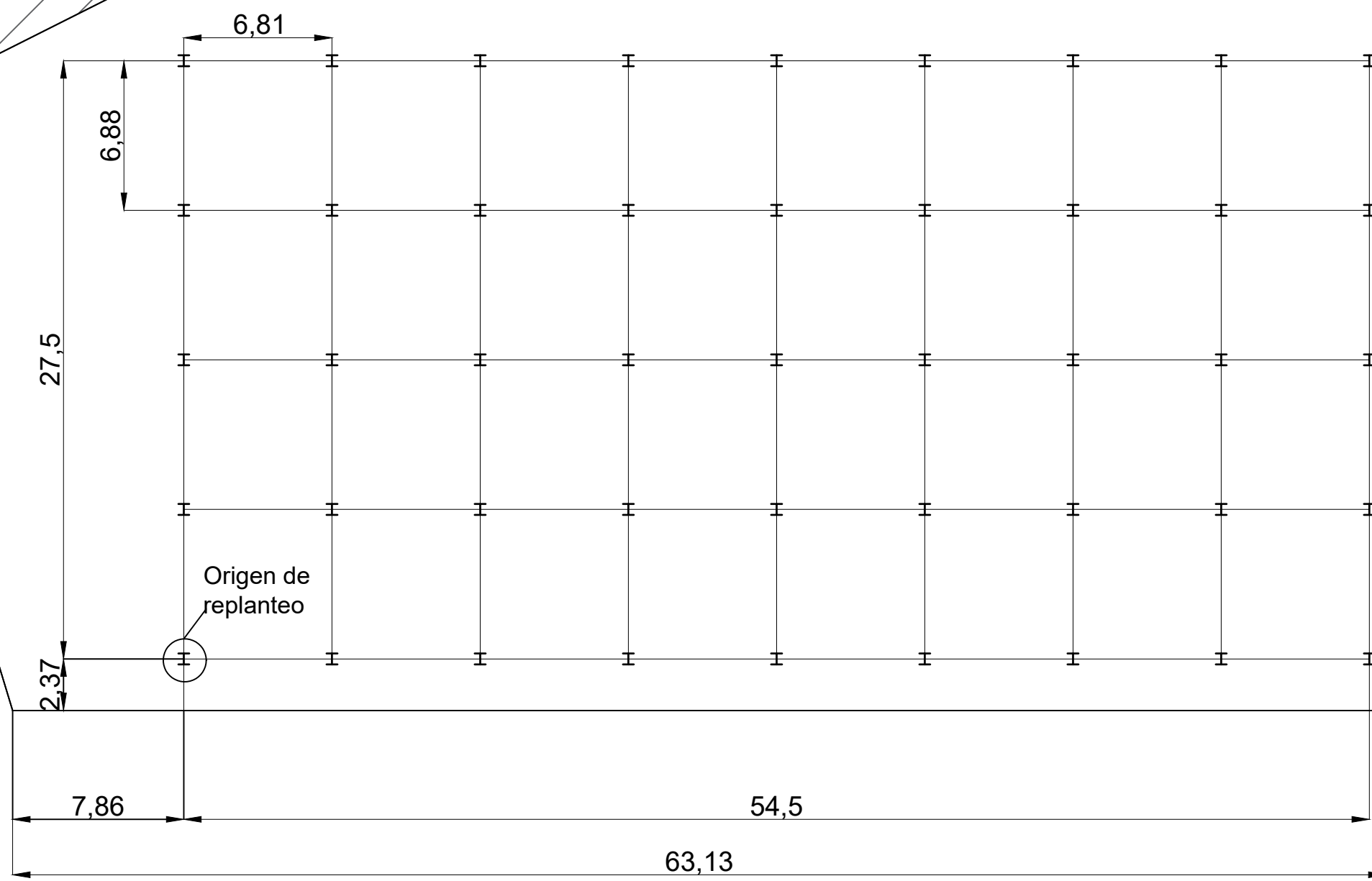
Detalle elemento constructivo: cerramiento de cubierta



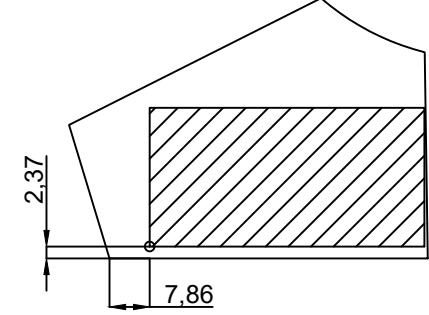
*Cotas en metros

Calle de les Moreres

Calle dels Cocoters



Escala 1:1500



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS INDUSTRIALES

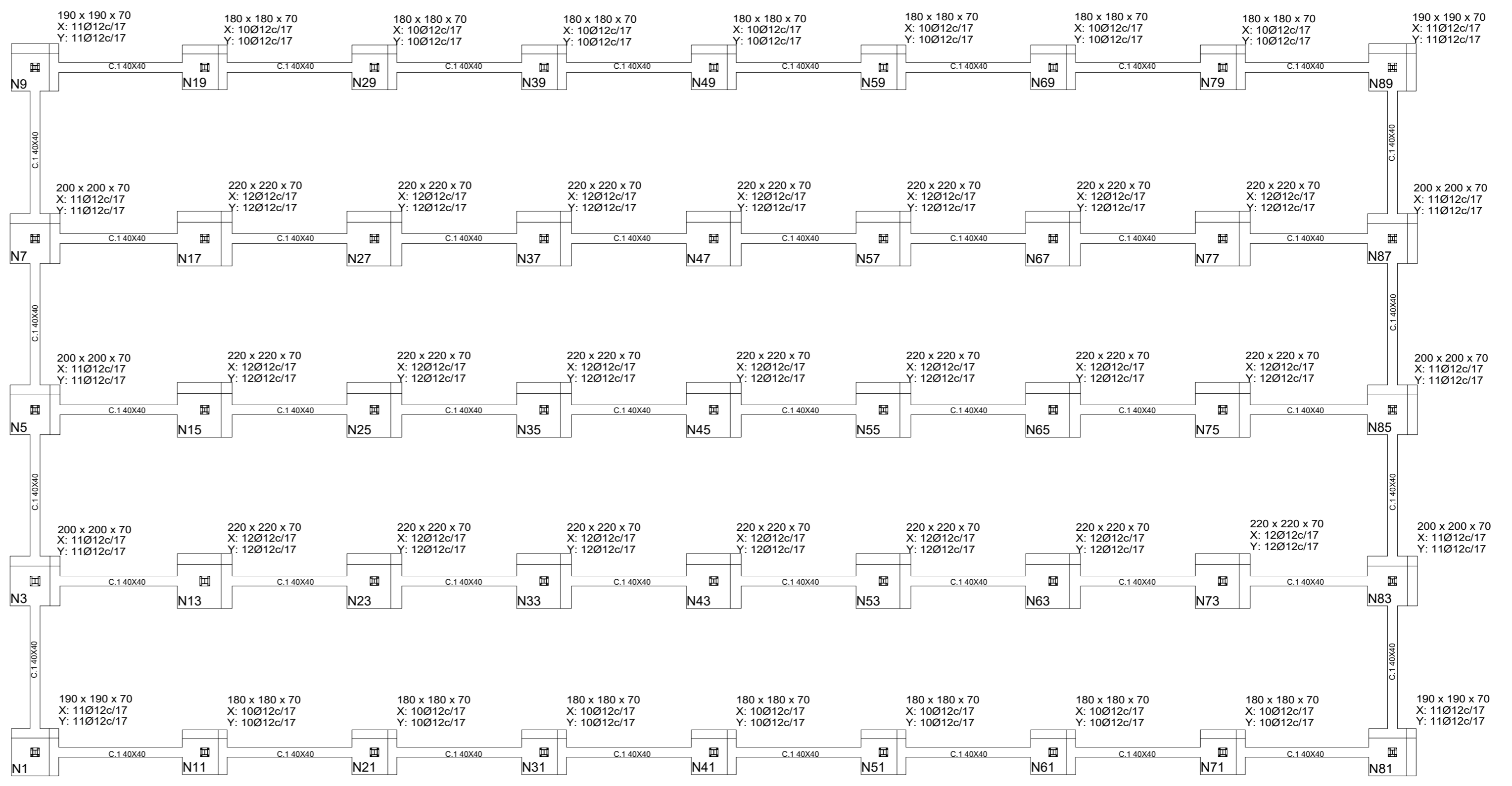
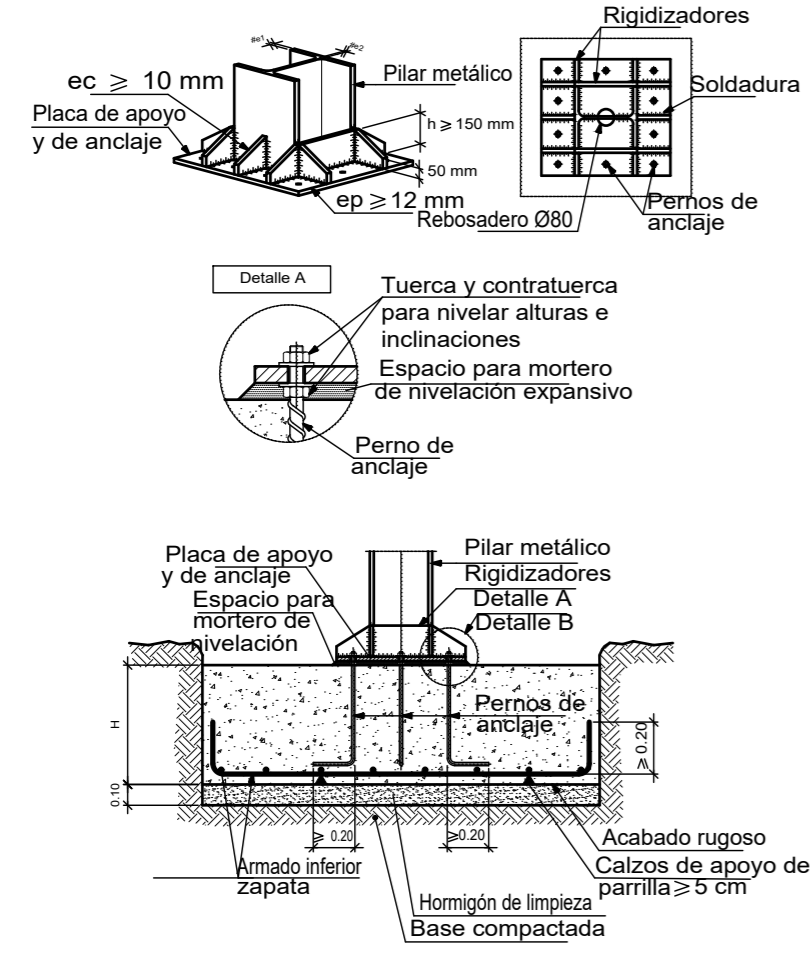
Proyecto: DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m2 POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

Plano: Replanteo en parcela
 Autor: María Portales Millán

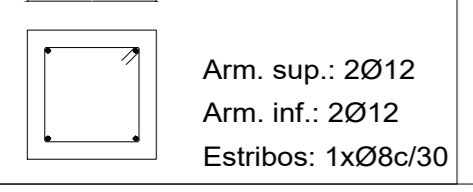
Fecha: Julio 2020
 Escala: 1:250

Nº Plano: 6

**Arranque de pilar (HEB) en cimentación.
Unión rígida.**



CUADRO DE VIGAS DE ATADO



Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N19, N29, N39, N49, N59, N69, N79, N11, N21, N31, N41, N51, N61, N71, N81, N89, N1, N7, N5, N83, N85, N87, N17, N15, N23, N25, N27, N37, N35, N33, N43, N45, N47, N57, N55, N53, N63, N65, N67, N77, N75 y N73	4 Pernos Ø 16	Placa base (350x350x15)
N3 y N13	4 Pernos Ø 16	Placa base (400x400x15)

Características de los materiales - Zapatas de cimentación

Materiales	Hormigón				Acero		
	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Características	Nivel Control	Coef. Ponde.	Características
Zapatas	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25/B/20/IIa+Qa	Plástica a blanda (9-15 cm)	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Vigas de atado	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25/B/20/IIa+Qa	Plástica a blanda (9-15 cm)	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.35$ $\gamma_Q=1.50$	Adaptado a la Instrucción EHE-08				
Exposición/ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigón de limpieza		I	IIa	IIb	IIIa
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente		30	35	40	45

Notas
 - Control Estadístico en EHE-08
 - Solapes según EHE-08
 - El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...

Datos geotécnicos	Recubrimientos nominales
Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm ²)	<p>1.- Recubrimiento con hormigón de limpieza 4 cm. 2.- Recubrimiento superior libre 4/5 cm. 3.- Recubrimiento lateral contacto terreno ≥ 8 cm. 4.- Recubrimiento lateral libre 4/5 cm.</p>

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA **ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA**

Proyecto: **DISEÑO Y CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO MÉDICO DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA**

Fecha: **Julio 2020** Escala: **1/150**

Plano: **Cimentación** Nº Plano:

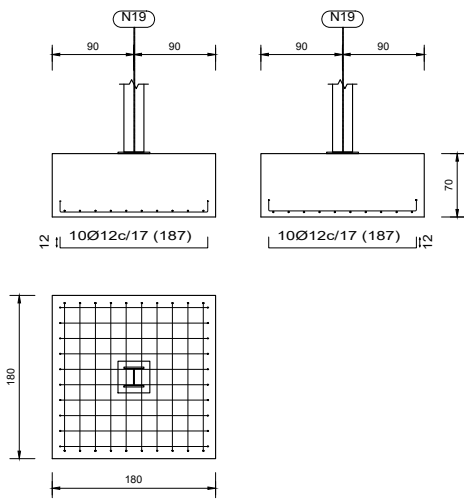
Maria Portales Millán
Autor proyecto

7

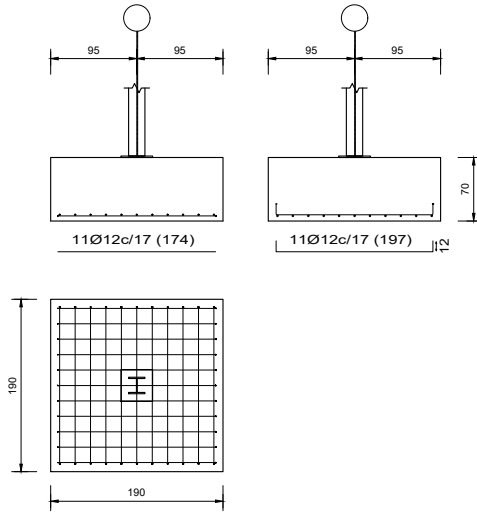
*Cotas expresadas en centímetros

Escala 1:300

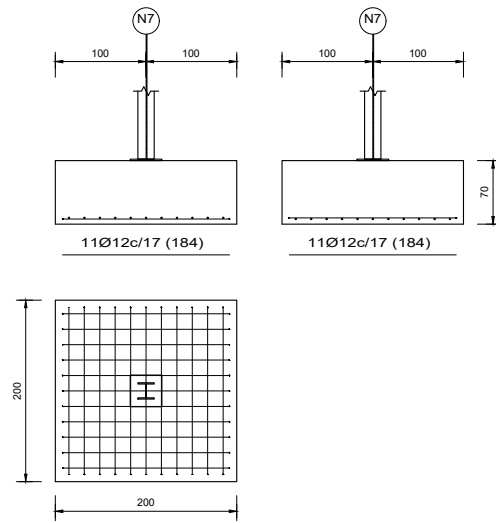
N19, N29, N39, N49, N59, N69, N79, N11, N21, N31, N41, N51, N61 y N71



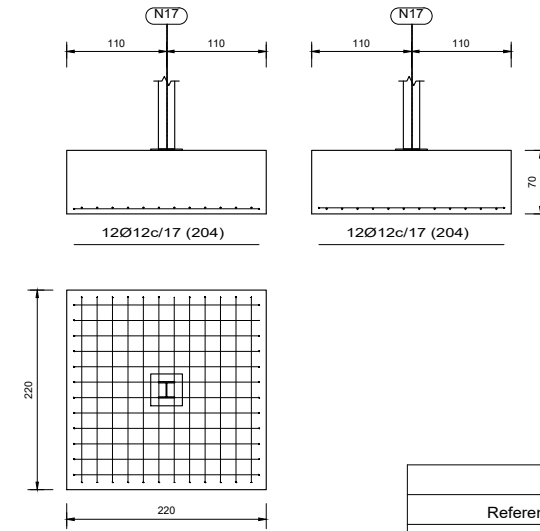
N9, N89, N81 y N1



N7, N5, N3, N83, N85 y N87



N17, N15, N13, N23, N25, N27, N37, N35, N33, N43, N45, N47, N57, N55, N53, N63, N65, N67, N77, N75 y N73



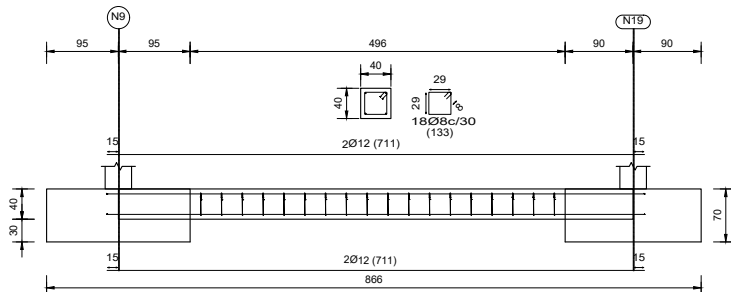
CUADRO DE VIGAS DE ATADO

C.1
Arm. sup.: 2Ø12
Arm. inf.: 2Ø12
Estribos: 1xØ8c/30

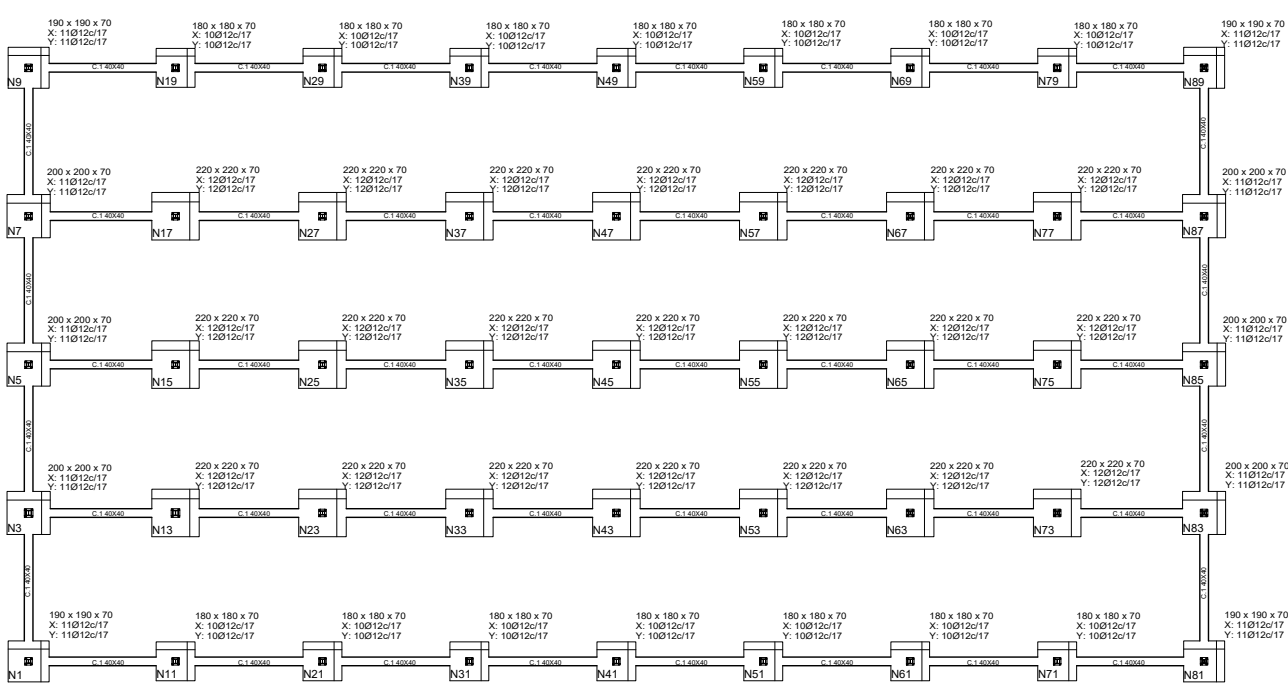
CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN

Referencias	Dimensiones (cm)	Canto (cm)	Armado inf. X	Armado inf. Y
N1, N9, N81 y N89	190x190	70	11Ø12c/17	11Ø12c/17
N3, N5, N7, N83, N85 y N87	200x200	70	11Ø12c/17	11Ø12c/17
N11, N19, N21, N29, N31, N39, N41, N49, N51, N59, N61, N69, N71 y N79	180x180	70	10Ø12c/17	10Ø12c/17
N13, N15, N17, N23, N25, N27, N33, N35, N37, N43, N45, N47, N53, N55, N57, N63, N65, N67, N73, N75 y N77	220x220	70	12Ø12c/17	12Ø12c/17

C [N9-N19], C [N19-N29], C [N29-N39], C [N39-N49], C [N49-N59], C [N59-N69], C [N69-N79], C [N79-N89], C [N1-N11], C [N11-N21], C [N21-N31], C [N31-N41], C [N41-N51], C [N51-N61], C [N61-N71], C [N71-N81], C [N3-N13], C [N13-N23], C [N23-N33], C [N33-N43], C [N43-N53], C [N53-N63], C [N63-N73], C [N73-N83], C [N5-N15], C [N15-N25], C [N25-N35], C [N35-N45], C [N45-N55], C [N55-N65], C [N65-N75], C [N75-N85], C [N7-N17], C [N17-N27], C [N27-N37], C [N37-N47], C [N47-N57], C [N57-N67], C [N67-N77] y C [N77-N87]



Escala 1:350



Características de los materiales - Zapatas de cimentación

Materiales	Hormigón					Acero		
	Control		Características			Control		Características
Elemento Zona/Planta	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo	Consistencia	Tamaño máx. árido	Nivel Control	Coef. Ponde.	Tipo
Zapatas	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25/B/20/Ila+Qa	Plástica a blanda (9-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Vigas de atado	Estadístico	$\gamma_c=1.50$	HA-25/B/20/Ila+Qa	Plástica a blanda (9-15 cm)	20/30 mm	Normal	$\gamma_s=1.15$	B500S
Ejecución (Acciones)	Normal	$\gamma_G=1.35$ $\gamma_Q=1.50$	Adaptado a la Instrucción EHE-08					
Exposición/ambiente	Terreno	Terreno protegido u hormigón de limpieza	I	Ila	IIb	IIIa		
Recubrimientos nominales (mm)	80	Ver Exposición/Ambiente	30	35	40	45		

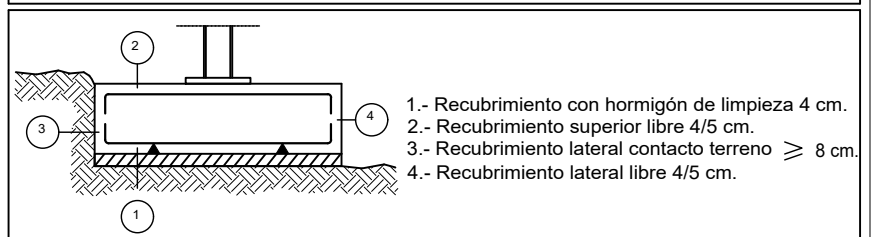
Notas

- Control Estadístico en EHE-08
- Solapes según EHE-08
- El acero utilizado deberá estar garantizado con un distintivo reconocido: Sello CIETSID, CC-EHE, ...

Datos geotécnicos

- Tensión admisible del terreno considerada = 0.20 MPa (2.00 Kg/cm2)

Recubrimientos nominales



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m2 POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

Plano: Cimentación. Detalles

Fecha: Julio 2020

Escuela: Varias

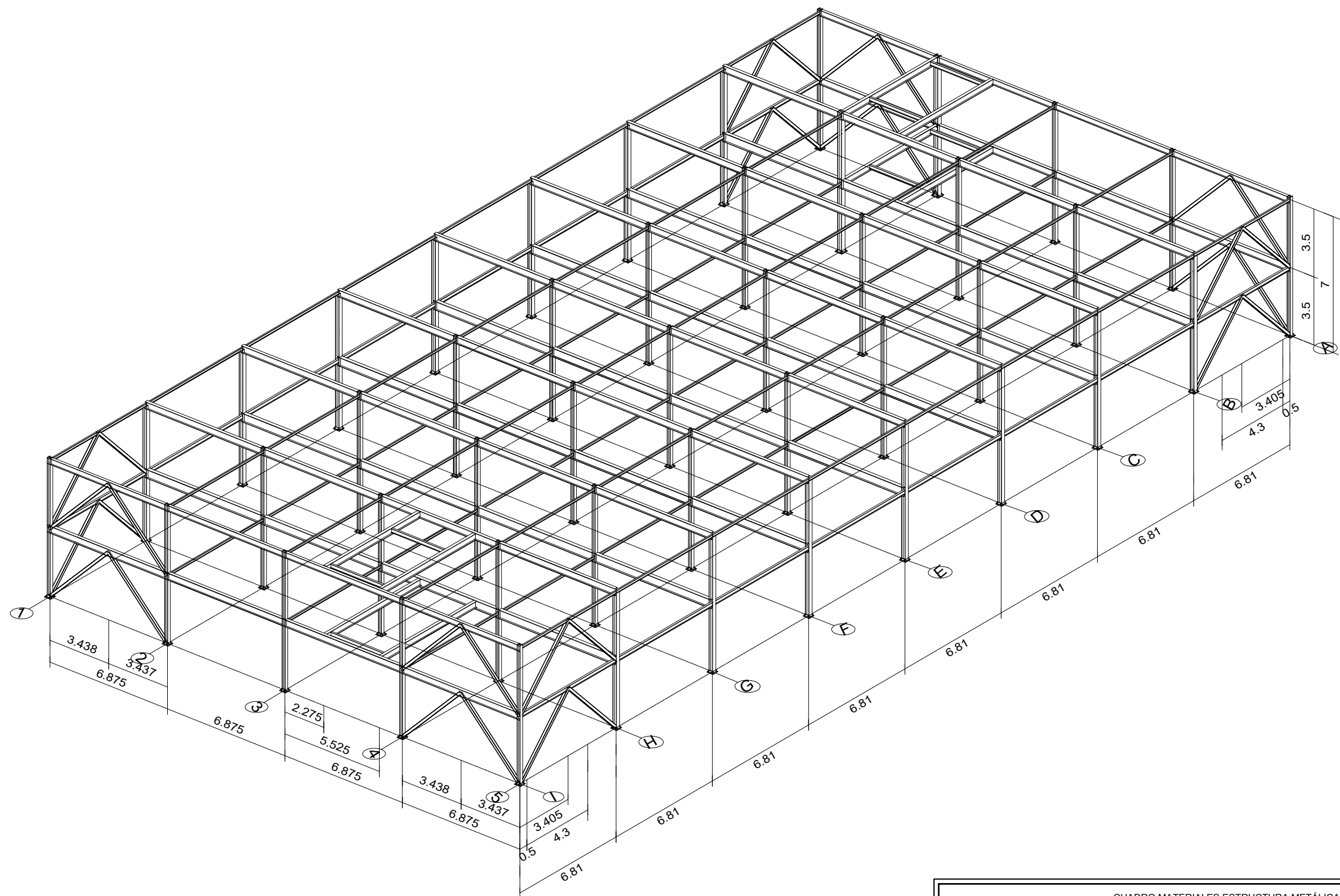
Nº Plano: 8

Autor: María Portales Millán

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

*Cotas en metros



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	γ M0	γ M1
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm 2	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm 2	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m2 POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

Plano: Estructura 3D
 Autor: María Portales Millán

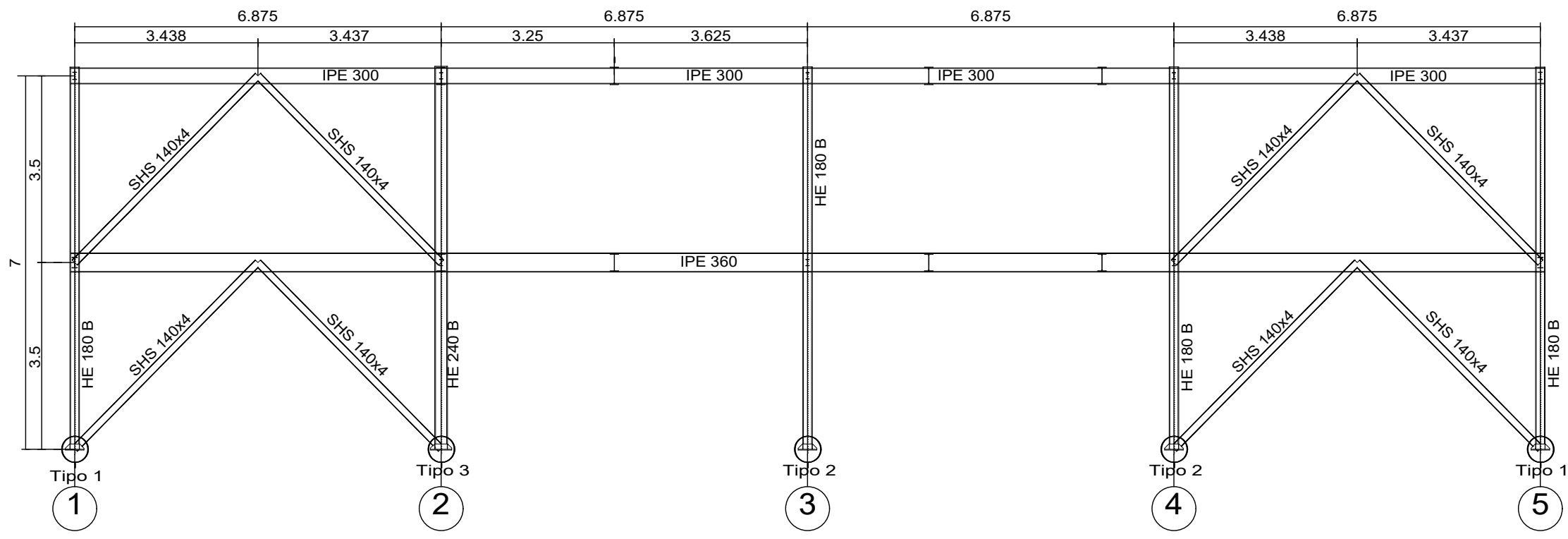
Fecha: Julio 2020
 Escala: 1:200
 Nº Plano: 9

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

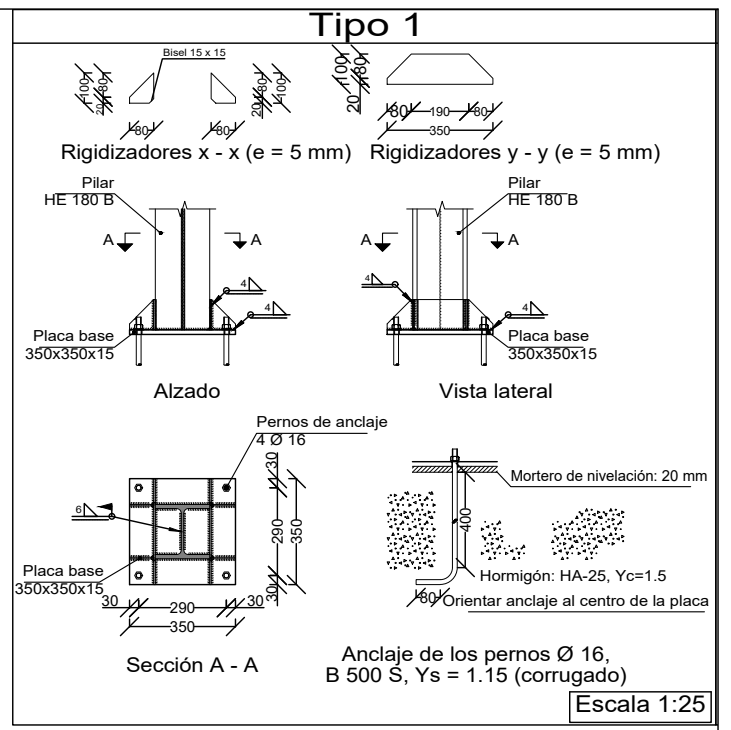
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Alzado A

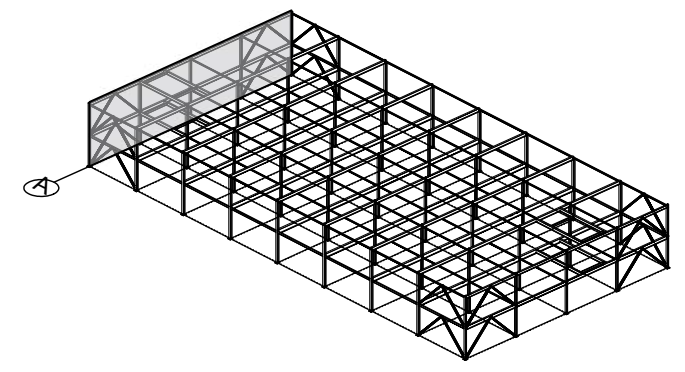
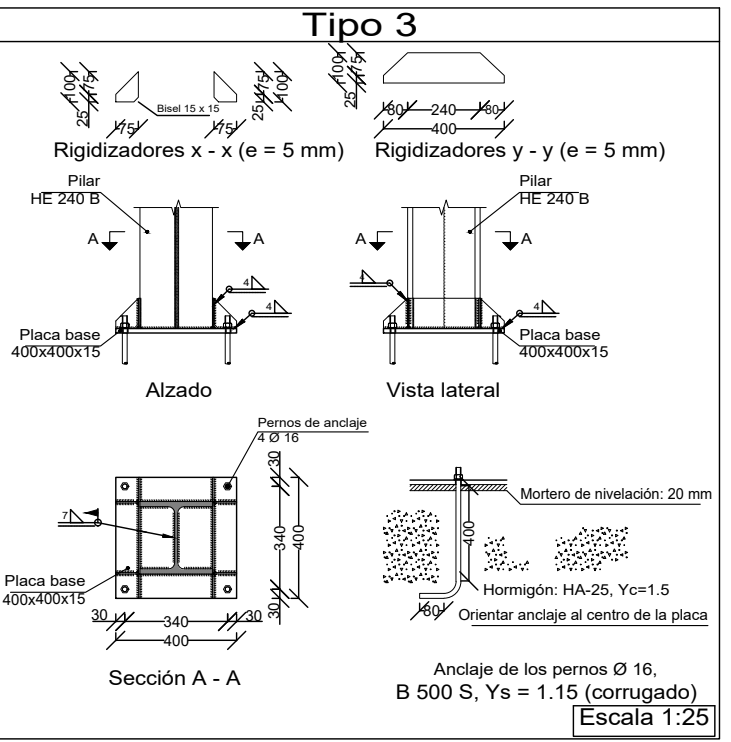
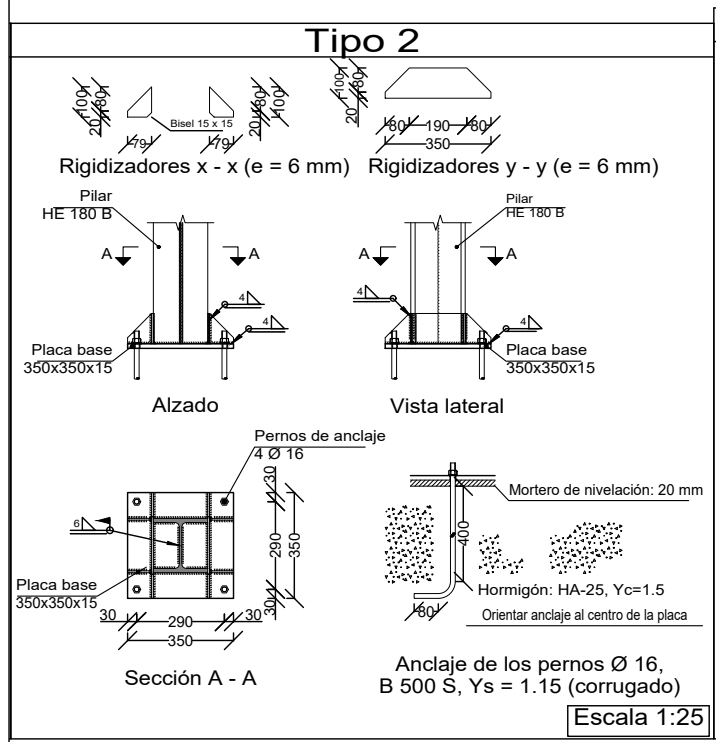
*Cotas en metros
Escala 1:100



*Cotas en centímetros



*Cotas en centímetros



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	γ M0	γ M1
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm ²	γ M0 = 1,05	γ M1 = 1,05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm ²	γ M0 = 1,05	γ M1 = 1,05

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

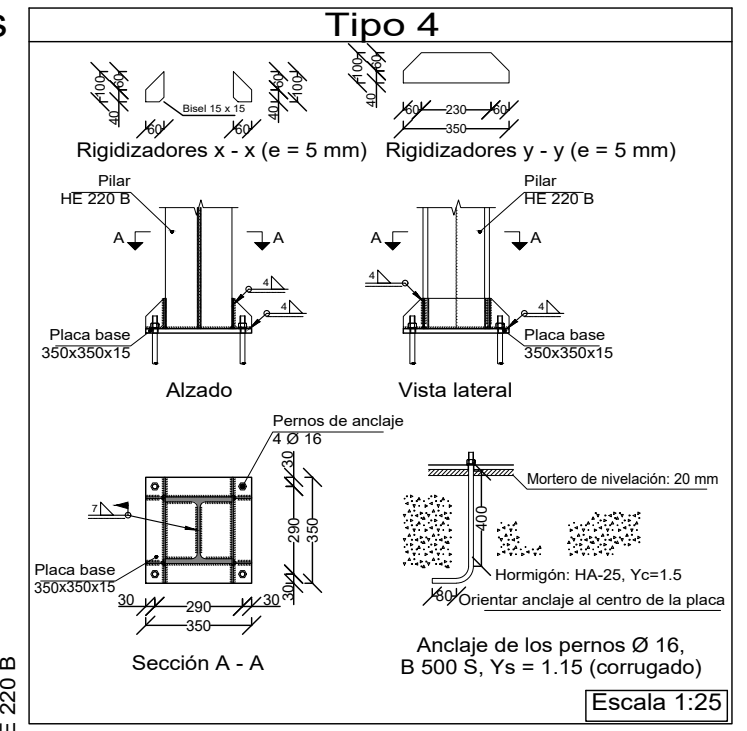
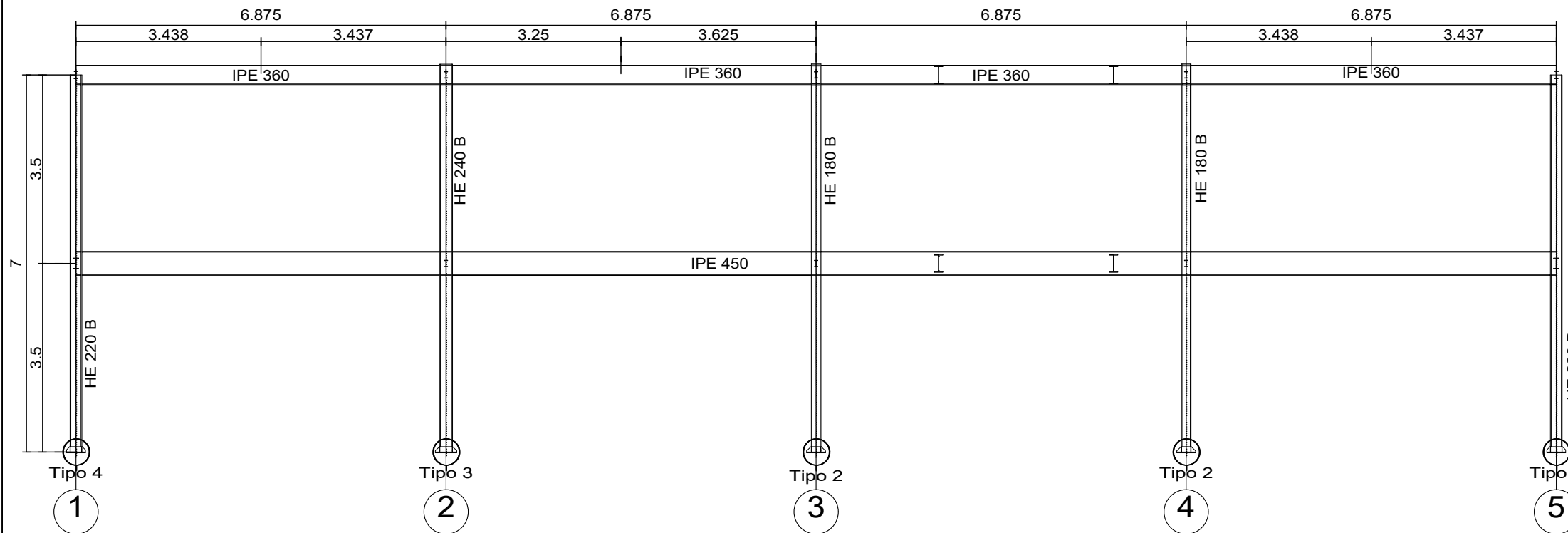
Plano: Estructura Metálica. Alineación A
Autor: María Portales Millán

Fecha: Julio 2020
Escala: Varias
Nº Plano: 10

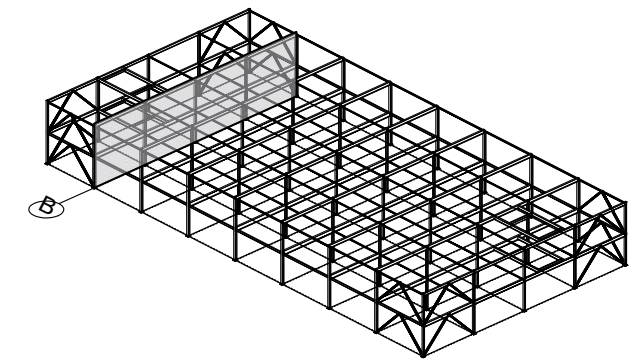
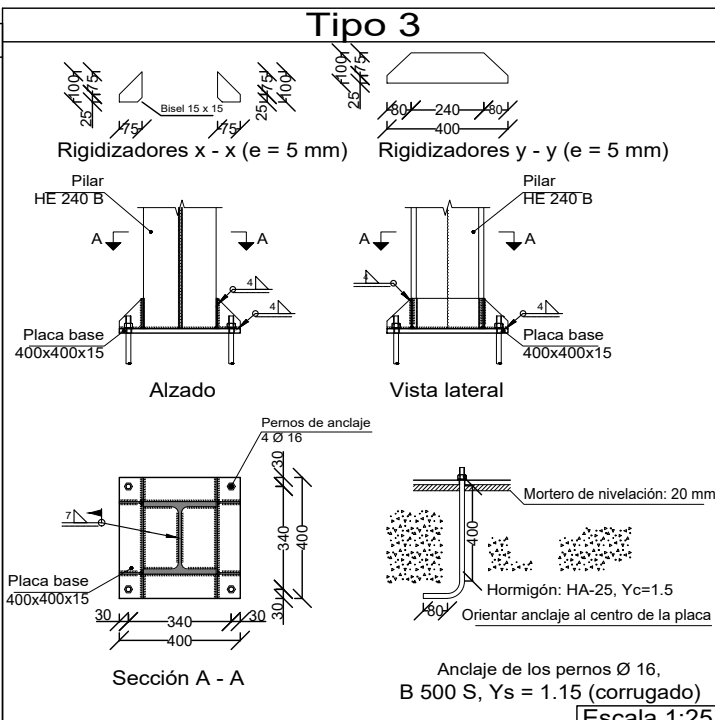
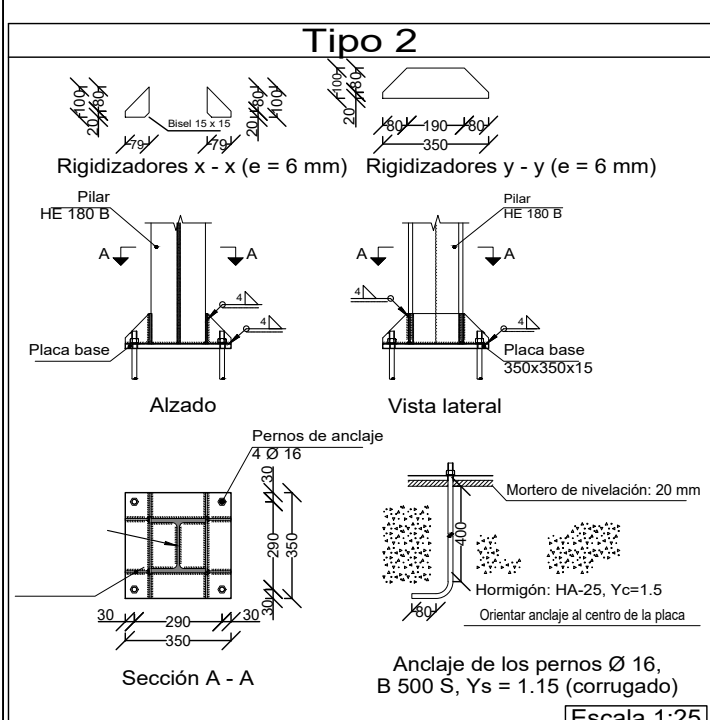
Alzado B

*Cotas en metros
Escala 1:100

*Cotas en centímetros



*Cotas en centímetros



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	γ M0	γ M1
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm 2	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm 2	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m2 POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

Plano: Estructura metálica. Alineación B

Autor: María Portales Millán

Fecha: Junio 2020

Escala: Varias

Nº Plano: 11

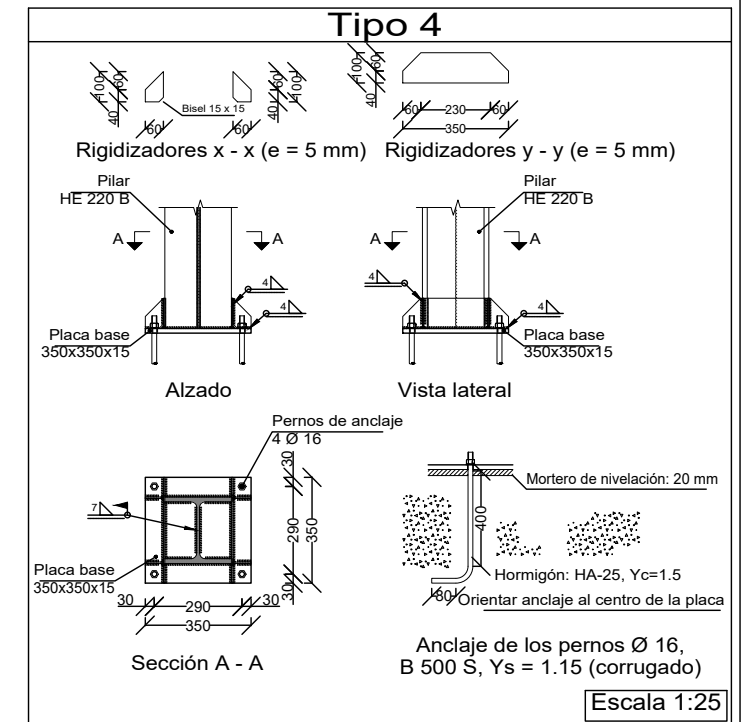
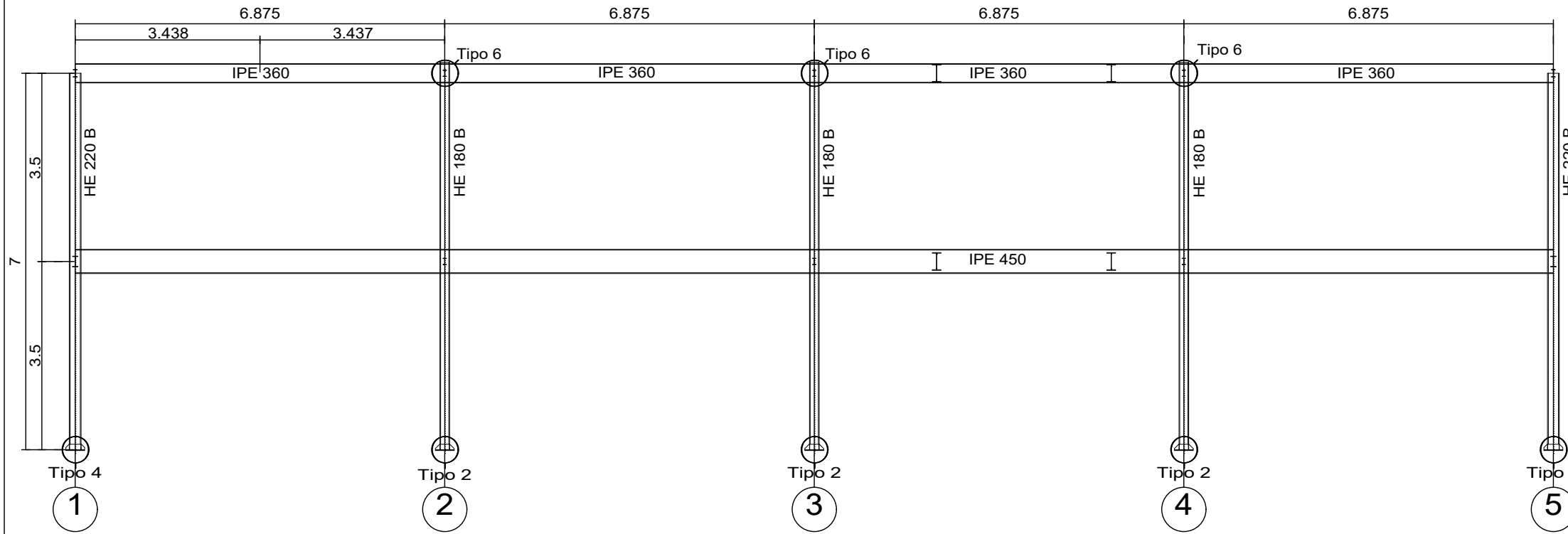
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

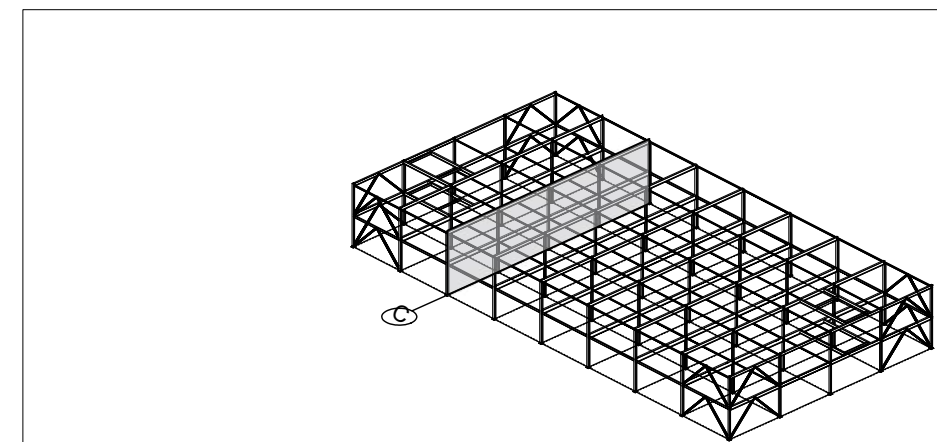
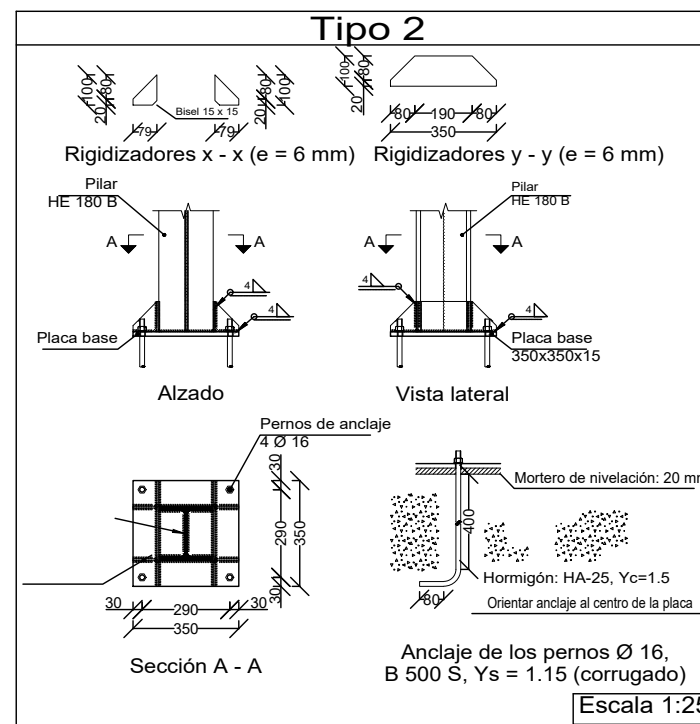
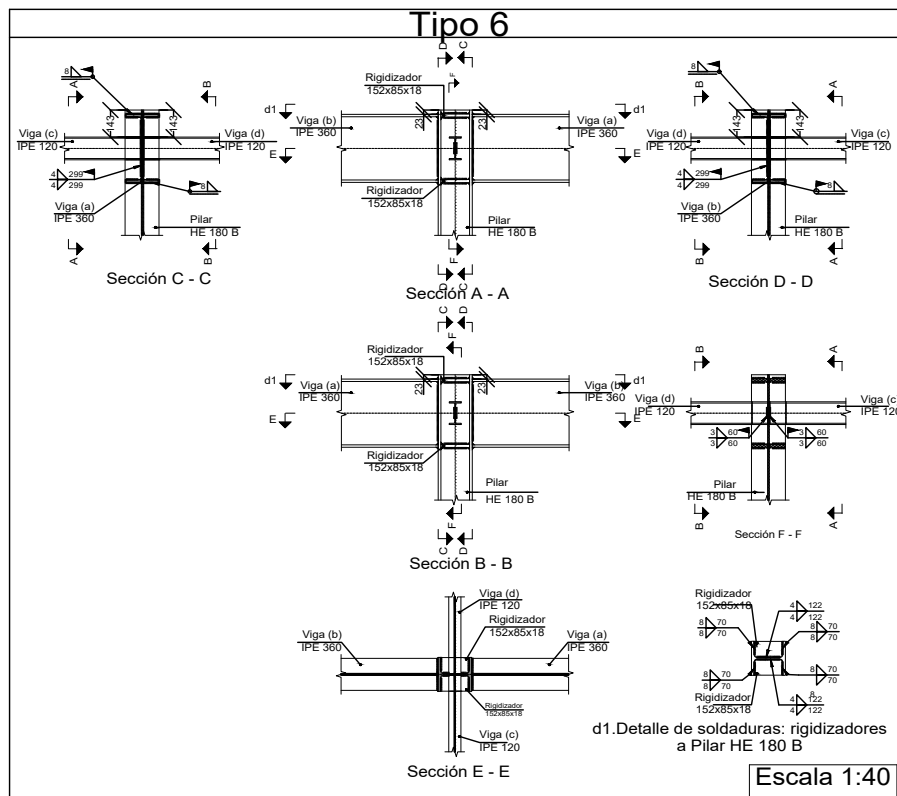
Alzado C

*Cotas en metros
Escala 1:100

*Cotas en centímetros



*Cotas en centímetros



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	γ M0	γ M1
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm ²	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm ²	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

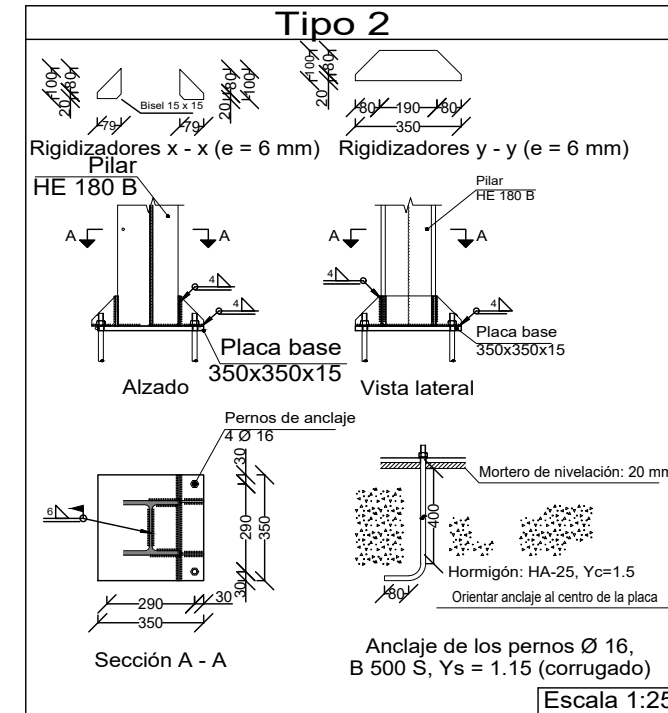
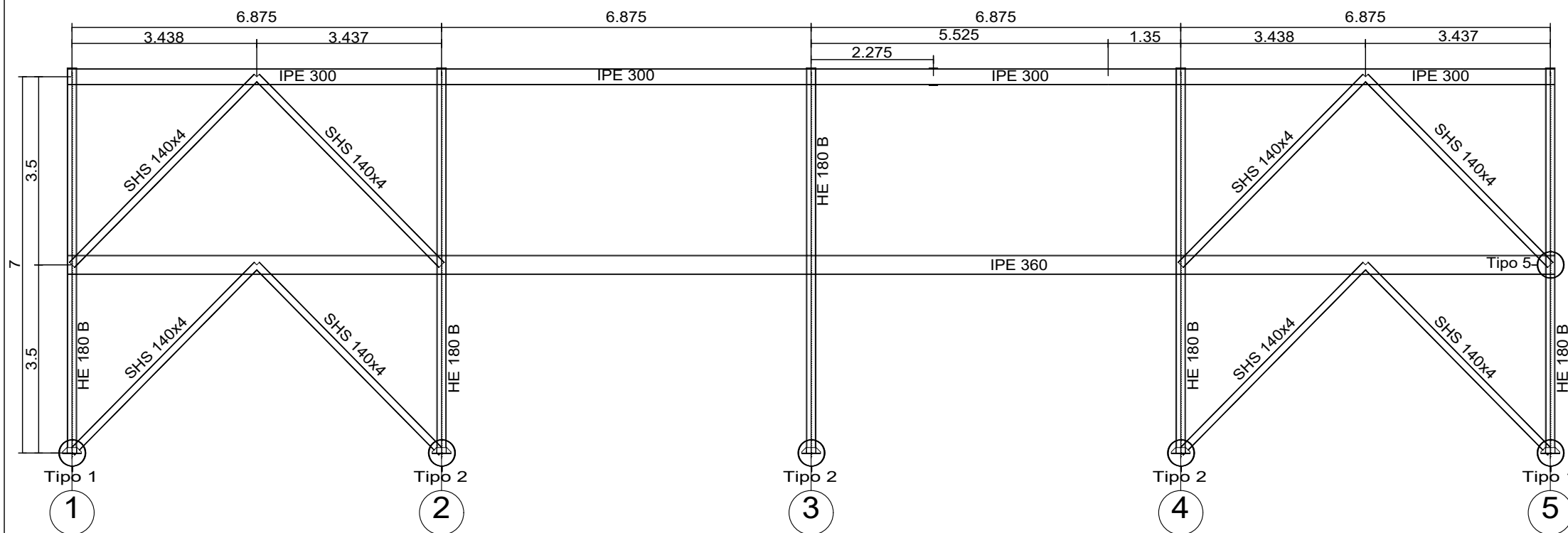
Plano: Estructura metálica. Alineación C
Autor: María Portales Millán

Fecha: Julio 2020
Escala: Varias
Nº Plano: 12

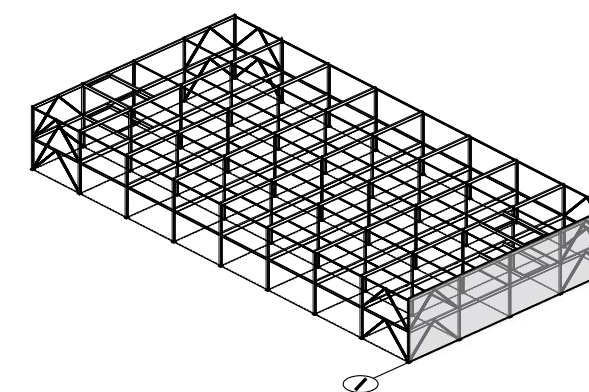
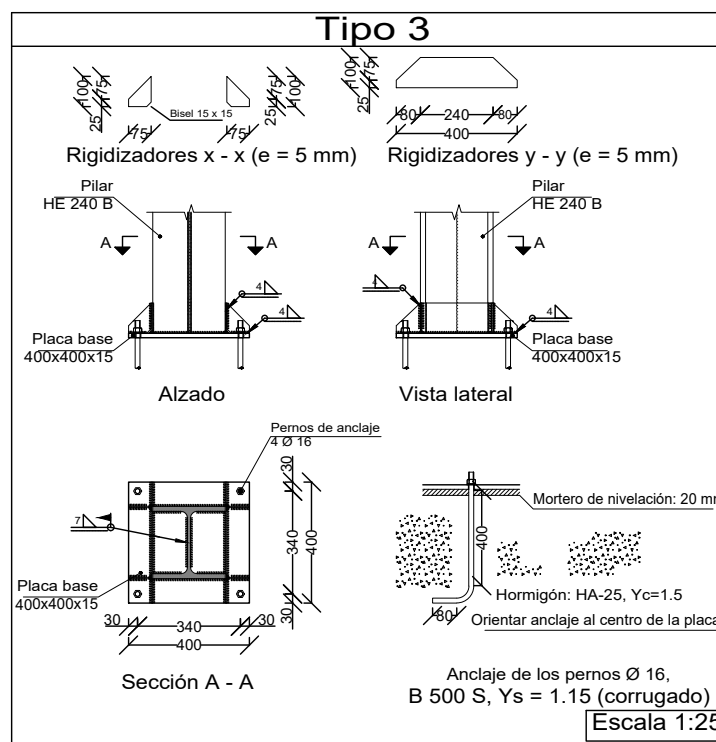
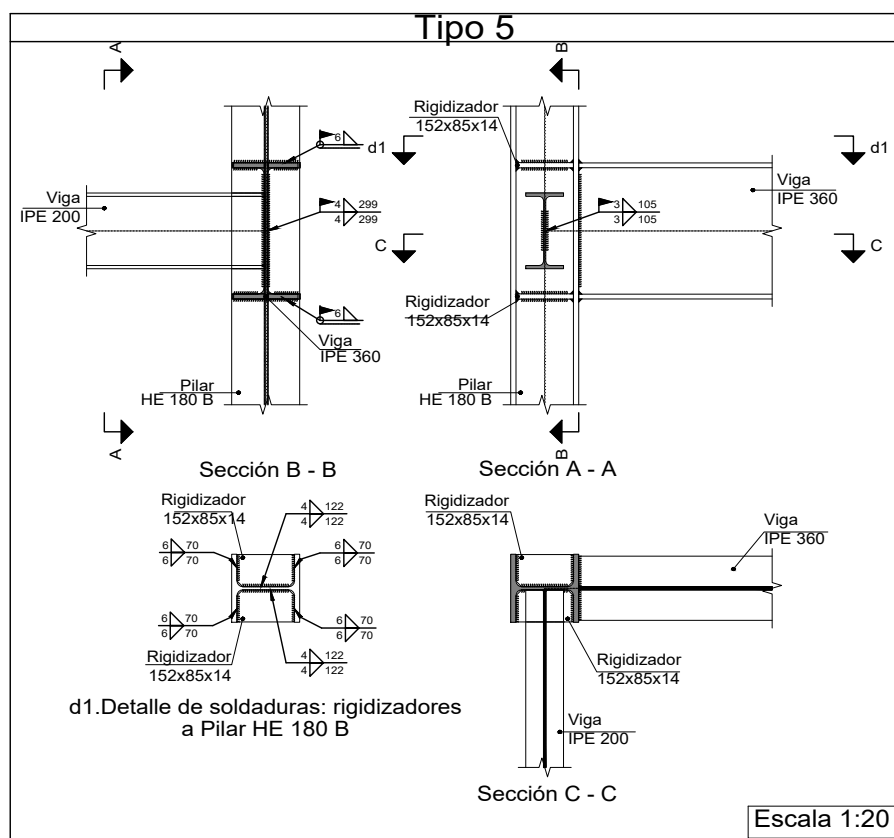
Alzado I

*Cotas en metros
Escala 1:100

*Cotas en centímetros



*Cotas en centímetros



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	γ M0	γ M1
	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05
	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

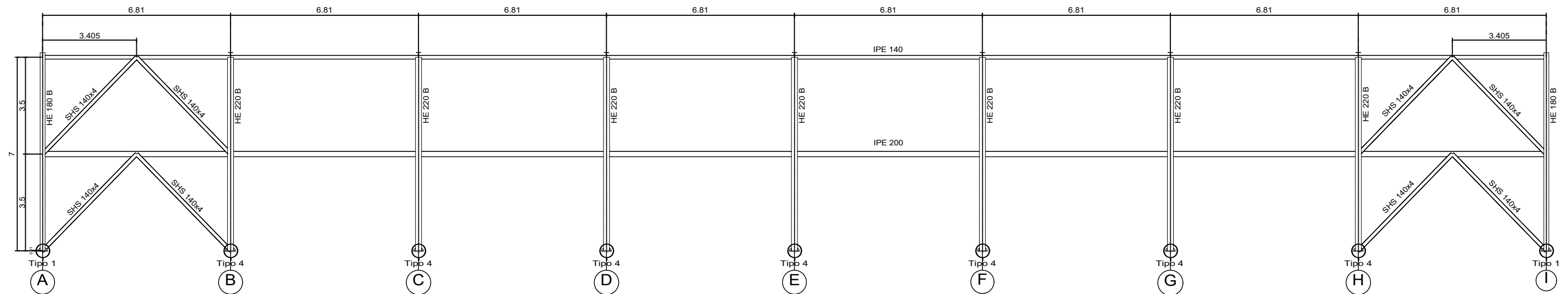
Proyecto: DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m2 POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

Plano: Estructura metálica. Alineación I
Autor: María Portales Millán

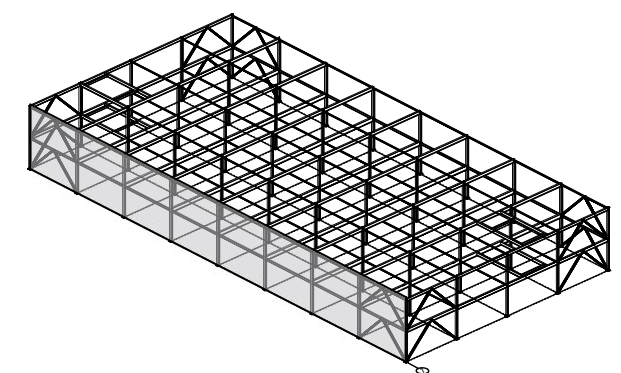
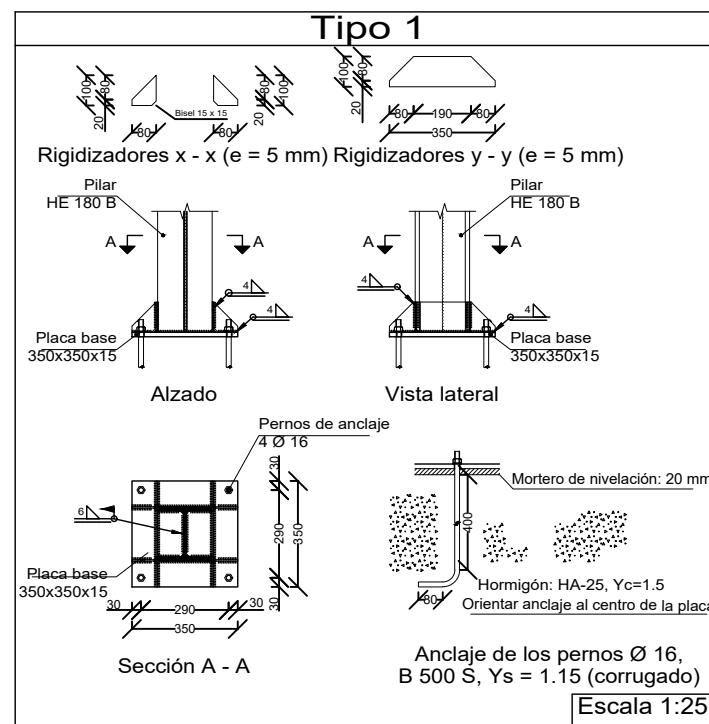
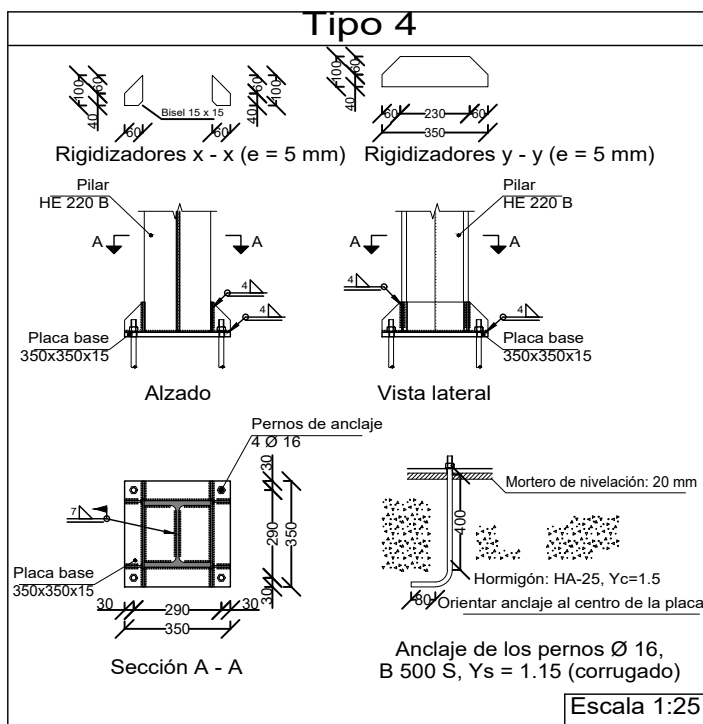
Fecha: Julio 2020
Escala: Varias
Nº Plano: 13

Alzado 1

*Cotas en metros
Escala 1:150



*Cotas en centímetros



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	γ M0	γ M1
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm 2	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm 2	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

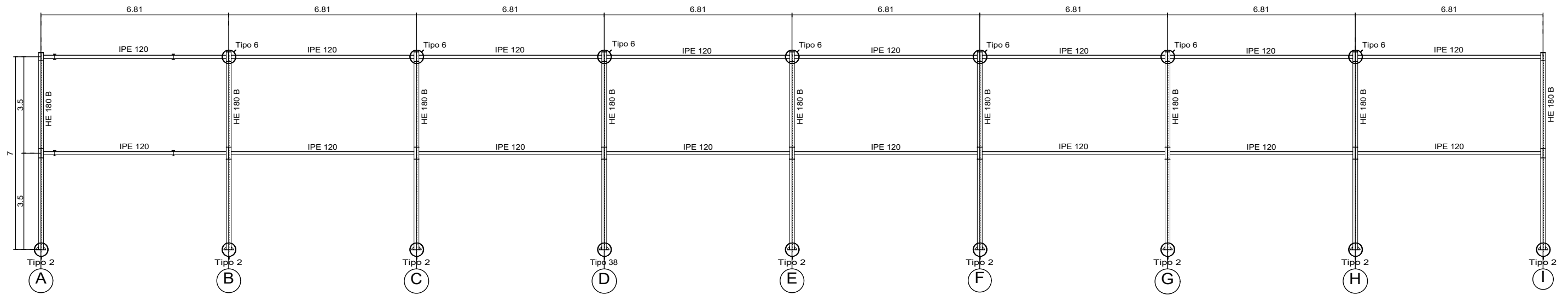
Proyecto: DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m2 POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

Plano: Estructura metálica. Alineación 1
Autor: María Portales Millán

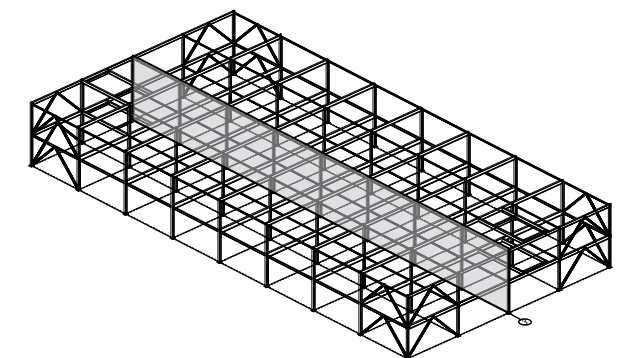
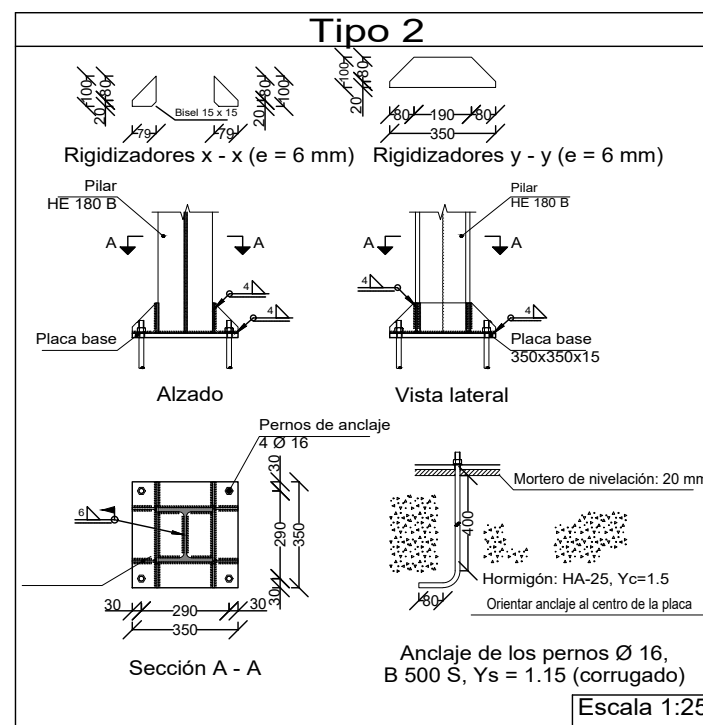
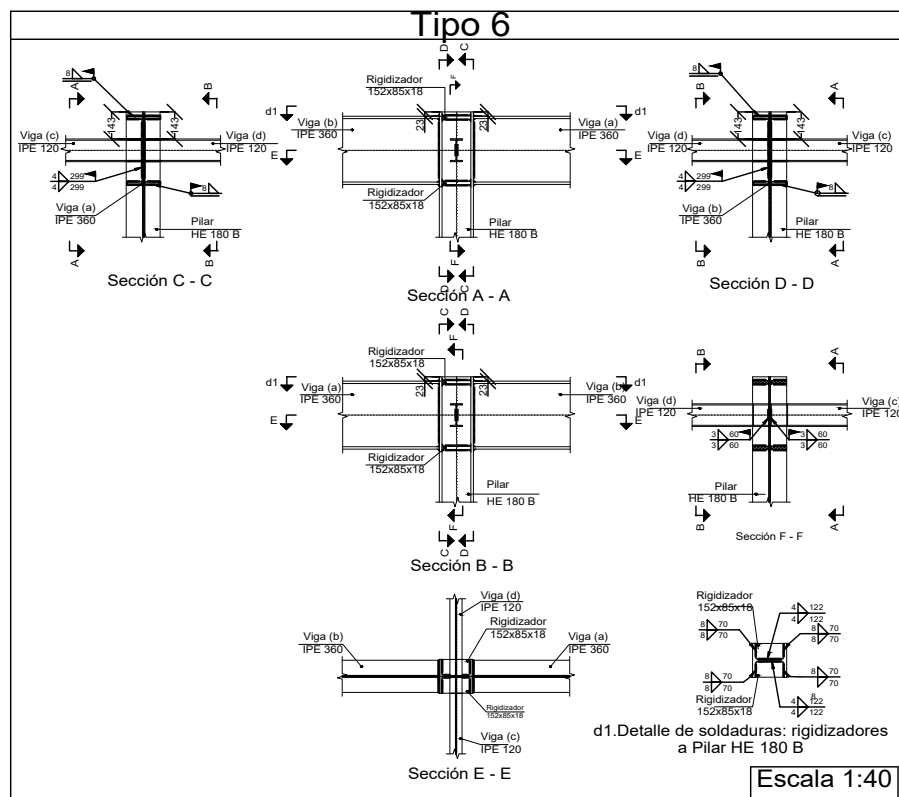
Fecha: Julio 2020
Escala: Varias
Nº Plano: 14

Alzado 3

*Cotas en metros
Escala 1:150

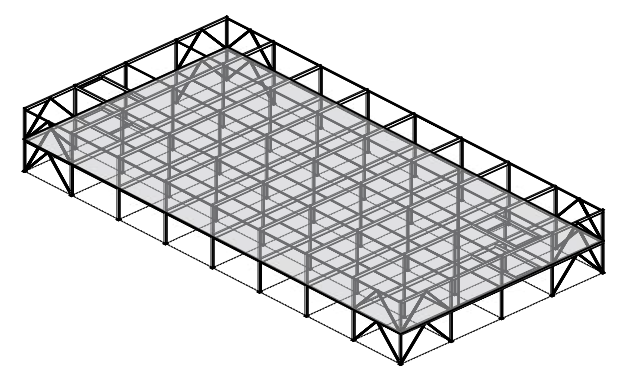
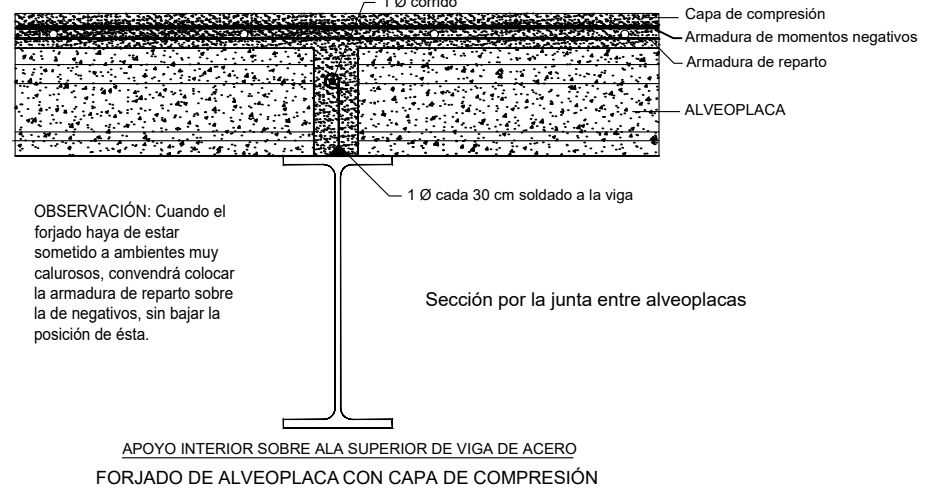
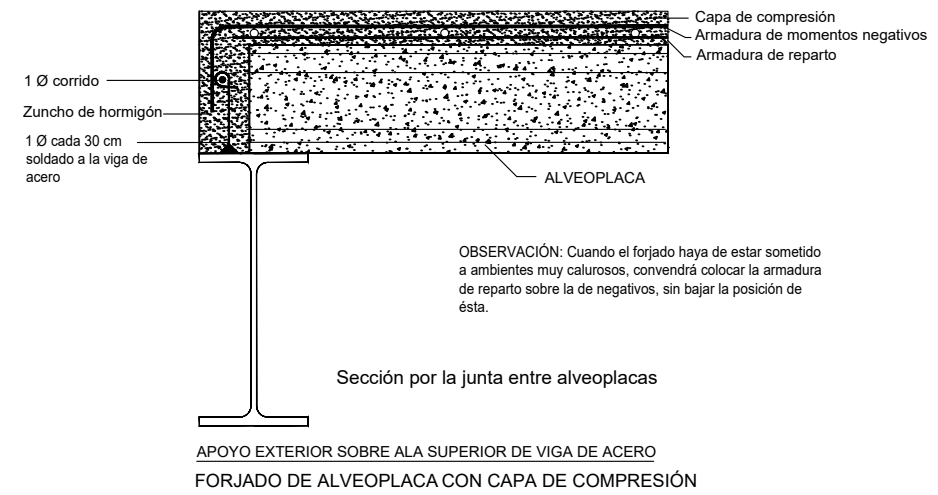
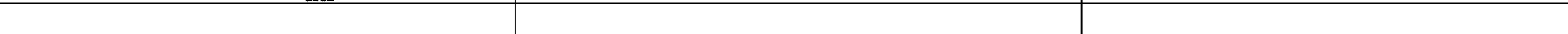
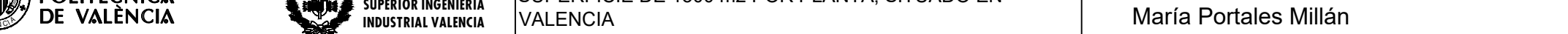
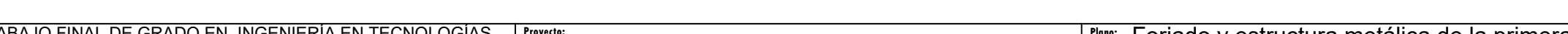
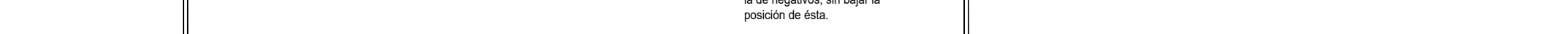
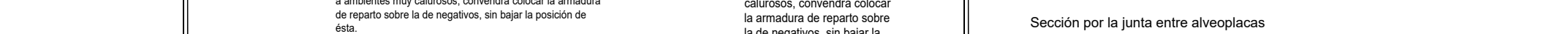
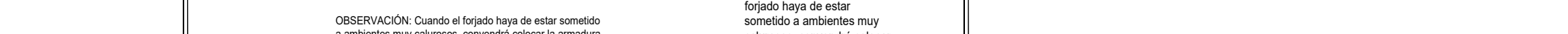
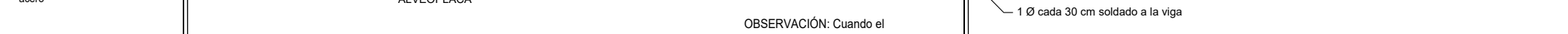
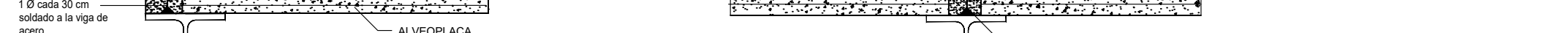
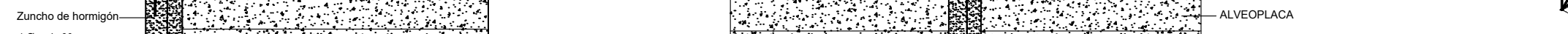
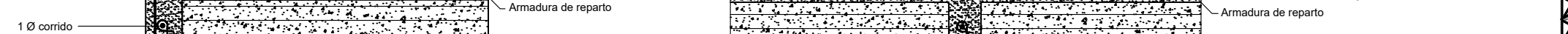
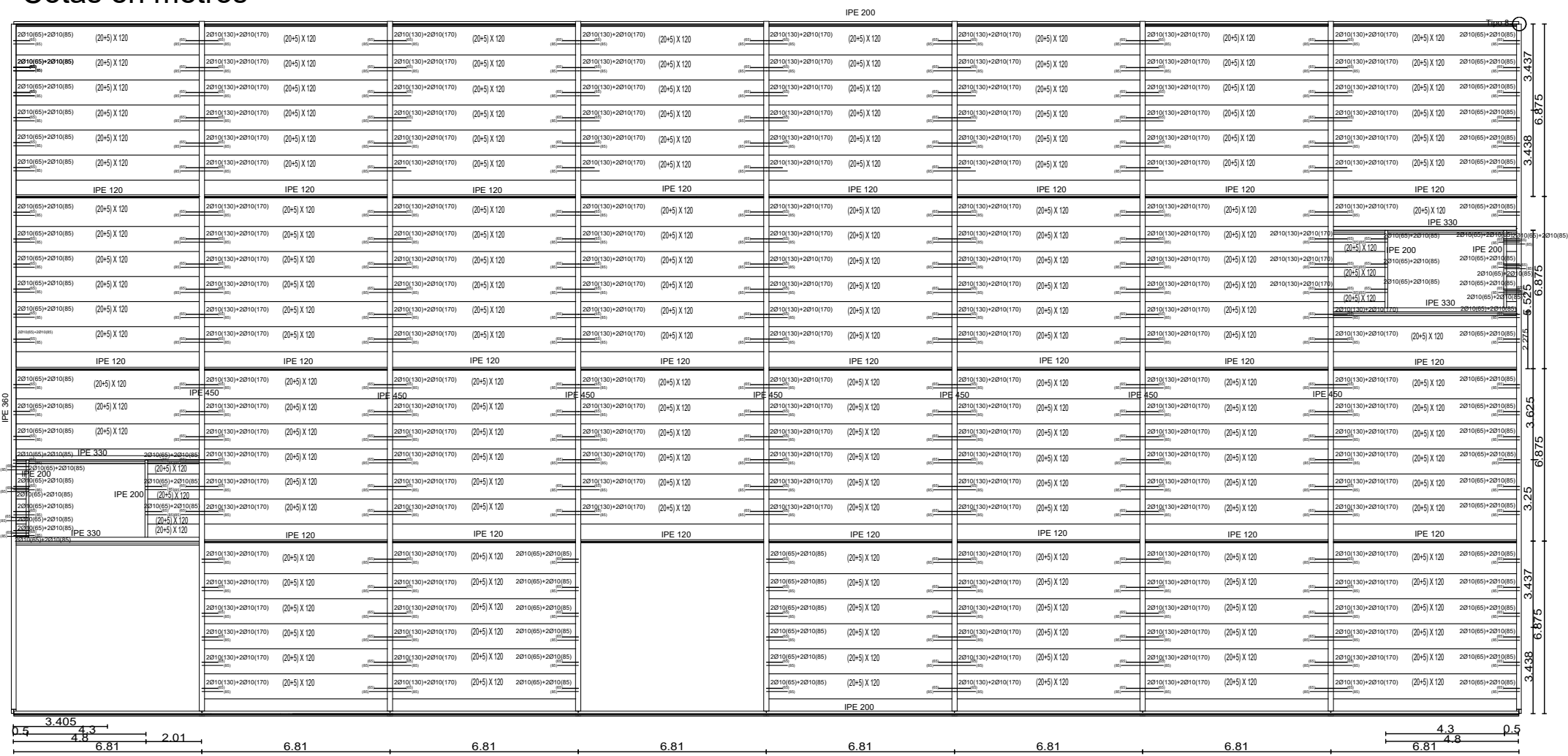


*Cotas en centímetros



CUADRO MATERIALES ESTRUCTURA METÁLICA		
ACERO EN ESTRUCTURA METÁLICA (EAE Capítulo IV)	γ M0	γ M1
Perfiles laminados en caliente S 275 - L.E. 275 N/mm ²	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05
Perfiles conformados en frío S 235 - L.E. 235 N/mm ²	γ M0 =1,05	γ M1 =1,05

*Cotas en metros



Tipo P-20+5-120
Canto total del forjado: 25 cm.
Espesor de la capa de compresión: 5 cm.
Ancho de la placa: 1200 mm.
Hormigón de la placa: HP-40/S/12 γc=1.5
Hormigón de la capa y juntas: HP-25/B/20 γc=1.5
Malla electrosoldada y acero de negativos: ME 150X150 S Ø5 6000X1200 B500SD
Peso propio: 4.21 kN/m2

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m2 POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

Plano: Forjado y estructura metálica de la primera planta
Autor: María Portales Millán

Fecha: Junio 2020
Escala: 1:200
Nº Plano: 16

*Cotas en metros

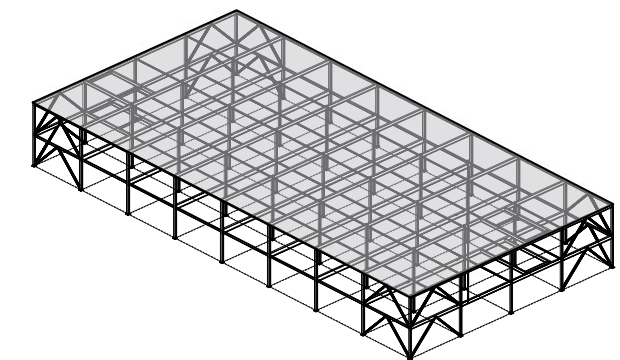
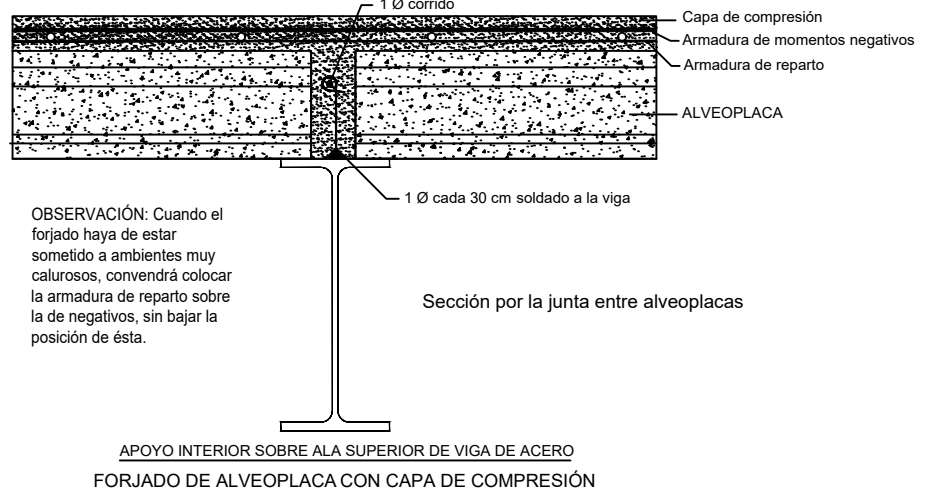
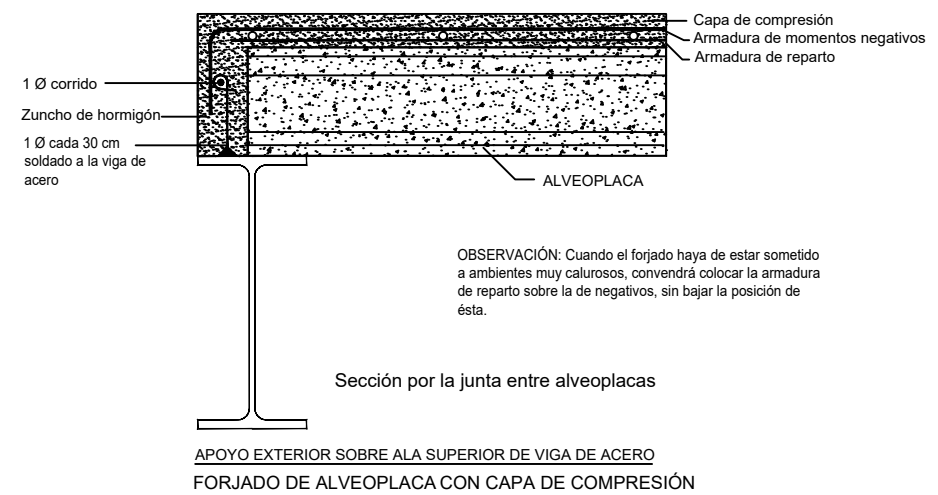
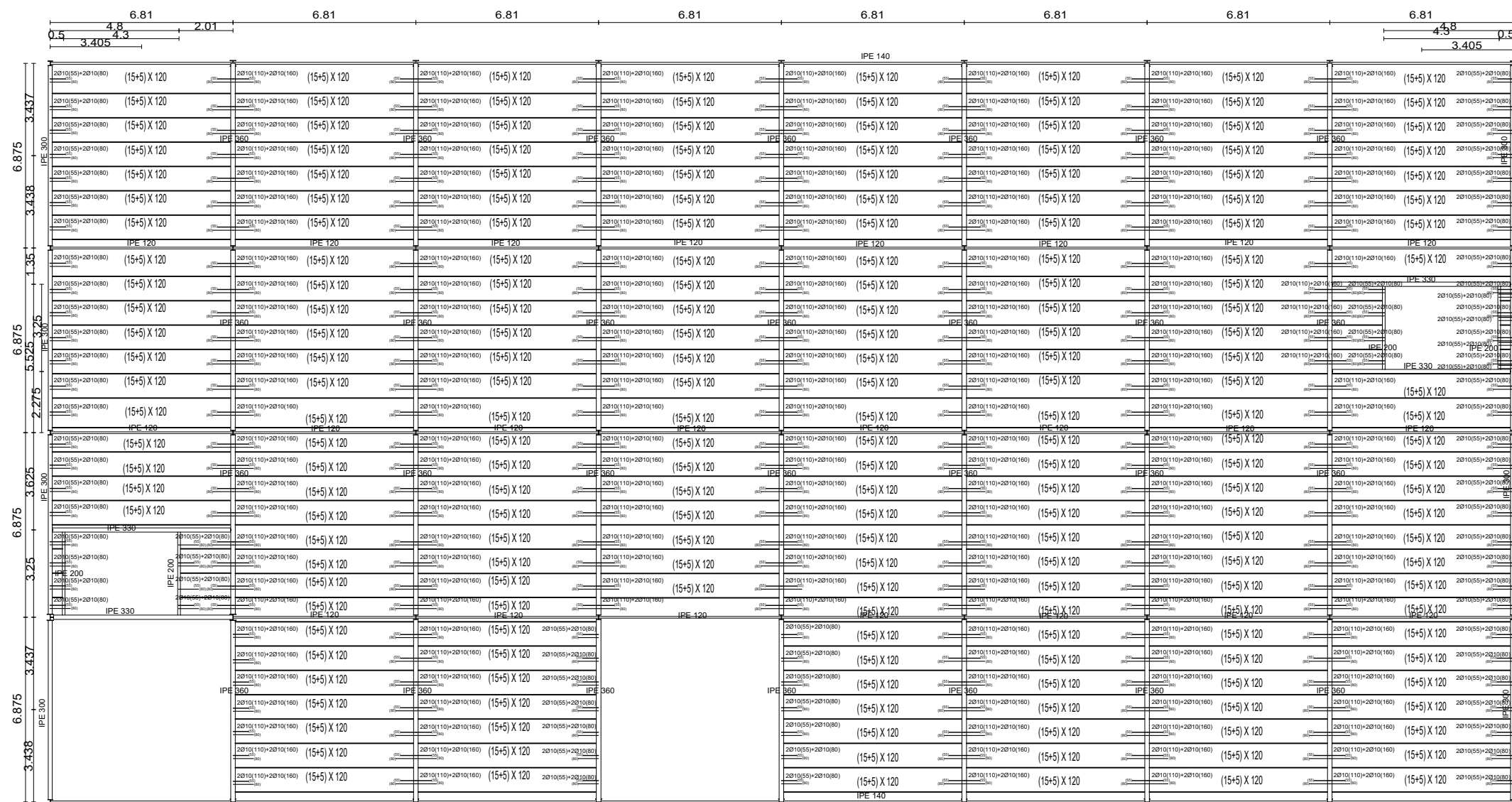


Tabla Características forjado cubierta	
Tipo P-15+5-120	
Canto total del forjado: 20 cm.	
Espesor de la capa de compresión: 5 cm.	
Ancho de la placa: 1200 mm.	
Hormigón de la placa: HP-40/S/12 $\gamma_c=1.5$	
Hormigón de la capa y juntas: HP-25/B/20 $\gamma_c=1.5$	
Malla electrosoldada y acero de negativos: ME 150X150 Ø5 6000X1200 B500SD	
Peso propio: 3.58 kN/m ²	

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

Proyecto: DISEÑO Y CALCULO DE LA ESTRUCTURA PORTANTE DE UN CENTRO DE SALUD DE DOS ALTURAS, CON UNA SUPERFICIE DE 1500 m² POR PLANTA, SITUADO EN VALENCIA

Plano: Forjado y estructura metálica de la cubierta
Autor: María Portales Millán

Fecha: Julio 2020
Escala: 1:200
Nº Plano: 17