

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



DISEÑO Y CALCULO ESTRUCTURAL DE UN
GIMNASIO DE ESCALADA
- ROCODROMO -

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre – 2021

AUTOR: Richard Ferney Sanguino Ramos.

DIRECTOR: Juan García Cabrera.

MEMORIA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	5
1.1. Motivación del Proyecto.	5
1.2. Objetivos y Alcance del Proyecto.	6
1.3. Normativa Aplicable.	8
1.4. Antecedentes.	10
1.5. Requisitos de Diseño.	16
1.6. Descripción del diseño.	17
2. CALCULOS JUSTIFICATIVOS.	42
2.1. Materiales.	42
2.2. Método de Cálculo.	42
2.3. Cálculo Estructural.	47
3. PRESUPUESTO.....	109
3.3. Mediciones.	109
3.4. Precio Unitario.	113
3.5. Presupuesto.....	114
4. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	117
4.3. Conclusiones.	117
4.4. Trabajos futuros.....	118
ANEXO: ESPECIFICACIONES DE EJECUCION.	119
ANEXO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	125
ANEXO: PLIEGO DE CONDICIONES.	149
ANEXO: PLANOS.....	151
ANEXO: BIBLIOGRAFIA	189

MEMORIA DESCRIPTIVA.



1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1. Motivación del Proyecto.

Como aficionado a la escalada se la necesidad y el auge que va a presentar este sector en los próximos años, queriendo aprovechar esta necesidad y mi interés por el diseño y cálculo de estructuras metálicas, he decidido la realización de este Trabajo Final de Grado, con el objetivo de conseguir terminar los estudios de grado.

Cada año la escalada es más conocida como deporte, al punto de que el 3 de agosto de este año se estrenó como deporte olímpico, en sus tres categorías: Dificultad, bloque y velocidad. Lo que supondrá un punto más en el crecimiento sostenido de la escalada y un aumento en el apoyo tanto de esponsorización, recursos económicos y apoyo a la actividad en sí misma.

A pesar de que en España contamos con algunos de los mejores escaladores del mundo, no contamos con salas indoor, especializadas a nivel nacional en comparación a los países del centro de Europa como: Francia, Austria, Italia, Alemania o Gran Bretaña, que, si cuentan con grandes instalaciones de escalada, por lo que se debería fomentar el desarrollo de estas instalaciones para que aficionados y deportistas de elite puedan disfrutar y entrenar en las mismas condiciones que en otros lugares.

Las competiciones se celebran en estas salas en las tres categorías:

- Dificultad: Consiste en subir o recorrer paredes provistas de vías equipadas con sistemas de protección individual colocados fijos en la pared y una cuerda para garantizar la seguridad del escalador.
- Bloque o Boulder: Se caracteriza por recorrer paredes de escasa altura, donde generalmente se establecen rutas de gran dificultad, su protección viene del uso de colchonetas diseñadas para absorber el impacto de la caída.
- Velocidad: En este tipo de escalada los competidores suelen ir asegurados desde un punto de protección superior, mediante un sistema de auto aseguramiento, la misma ruta es replicada para ser escalada a la vez y lo importante es llegar al final de la ruta en el menor tiempo posible.

Para las dos primeras modalidades “Dificultad y Boulder”, España es uno de los mejores destinos para los aficionados de la escalada en roca, pero una buena alternativa sería disponer de paredes artificiales cuando las condiciones meteorológicas no son las apropiadas o cuando

no hay tiempo suficiente para desplazarse a la montaña, además de ser el medio ideal para entrenar y afrontar retos en la montaña o en competiciones.

Por otra parte, la modalidad de Velocidad, solo puede practicarse en instalaciones artificiales de escalada y en España contamos con muy pocos muros de velocidad homologados.

Por ello sería muy interesante contar con una instalación de grandes dimensiones donde pudieran reunirse diversos tipos de aficionados a la escalada, desde cursos de iniciación hasta competidores internacionales en las tres disciplinas.



Figura 1.1. Centro de Escalada Indoor en Madrid.

1.2. Objetivos y Alcance del Proyecto.

1.2.1. Objetivos.

El objetivo principal del presente proyecto es el de diseñar y calcular las estructuras de un gimnasio de escalada indoor, que este protegido de las condiciones climáticas para aprovechar estas instalaciones en cualquier época del año.

Deberá estar adaptado para la práctica de este deporte en sus tres modalidades: Dificultad, Bloque y Velocidad.

Con este proyecto se pretende diseñar un conjunto que facilite la práctica de este deporte a todo tipo de aficionados al mismo, tanto aficionados con niveles de iniciación como profesionales con niveles y cursos de tecnificación.

En consecuencia y para alcanzar el objetivo principal se desarrollan los siguientes objetivos específicos:

- Dimensionar los diferentes componentes para cumplir con la normativa que regulan las construcciones industriales y específicamente las que regulan las estructuras artificiales de escalada.
- Estudio de todas las acciones actuantes sobre la estructura.
- Elección y comprobación de los perfiles más adecuados según las solicitaciones.
- Aprendizaje y utilización del programa de modelado Autodesk Inventor.
- Realizar los planos correspondientes a cada componente, definiendo por completo sus dimensiones y su función en el conjunto.
- Adaptar y utilizar los conocimientos académicos para resolver un problema real.
- Estimar la inversión económica.
- Tener un primer contacto con el mundo de la construcción de estructuras industriales.

1.2.2. Alcance.

A consecuencia de los puntos mencionados anteriormente, el alcance de este proyecto es el siguiente:

- Estudio y clasificación de las diferentes modalidades de escalada indoor.
- Diseño, cálculo y desarrollo de los diferentes módulos de escalada para cada modalidad.
- Optimización del espacio de la estructura, aumentando la oferta de ocio que presenta el conjunto.
- Estimación del coste económico.
- Propuesta de mejora y apartados a desarrollar en el futuro.

1.3. Normativa Aplicable.

A continuación, se detalla la normativa bajo la cual este proyecto ha sido elaborado, cumpliendo en todo momento con las exigencias descritas en cada una de ellas.

Instrucción Española de Acero Estructural (EAE). Es el marco reglamentario por el que se establecen las exigencias que deben cumplir las estructuras de acero para satisfacer los requisitos de seguridad estructural y seguridad en caso de incendio, además de la protección del medio ambiente, proporcionando procedimientos que permiten demostrar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

- Elaborada por la Comisión Permanente del Acero (CPA), del Ministerio de Fomento.
- Aprobada el 27 de mayo de 2011.
- Basada en Eurocódigos (EC-3).

Y su ámbito de aplicación se extiende, salvo a las excepciones contempladas en la misma, a todas las estructuras y elementos de acero estructural, tanto de edificación como de ingeniería civil.

Código Técnico de la Edificación (CTE). Es el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios en relación con los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad establecidos en la Ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE).

En este proyecto se han aplicado sobre todo los siguientes documentos básicos que pertenecen al Código Técnico:

- Documento Básico de Seguridad Estructural (DB-SE).
- Documento Básico de Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación (DB-SE-AE).
- Documento Básico de Seguridad Estructural. Acero (DB-SE-A).

Normas UNE. Las que afectan al cálculo y diseño de las estructuras artificiales de escalada:

UNE-EN 12572-1: 2017 Estructuras artificiales de escalada. Parte 1: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo para las estructuras artificiales de escalada con puntos de protección.

UNE-EN 12572-2: 2017 Estructuras artificiales de escalada. Parte 2: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo para muros de escalada.

UNE-EN 12572-3: 2017 Estructuras artificiales de escalada. Parte 3: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo para presas de escalada.

Reglamento de Competiciones de Escalada FEDME (Federación española de deportes de montaña y escalada). Son los que rigen los parámetros de cómo ha de ser un rocódromo de competición en función de su categoría.

Reglamento de competiciones de Escalada IFSC (Federación Internacional de escalada deportiva).



1.4. Antecedentes.

1.4.1. Rocódromos.

Una estructura artificial de escalada, conocida comúnmente como rocódromo, es un equipo deportivo que consiste en una estructura de escalada elaborada a tal fin, que presenta diversas características de construcción y que está diseñada para diversos usos de actividades de escalada deportiva. [2]

Los rocódromos pueden estar contruidos de múltiples formas y de diversos materiales:

- Estructura metálica + poliéster reforzado con fibra de vidrio: Paneles de resina imitando en función del gusto estético de la empresa a la roca, se utilizan en exterior.[17]
- Estructura metálica y madera: La madera es normalmente laminada. En ocasiones la madera se trata con resinas y áridos para dar una textura más adherente.[17]
- Estructura metálica y hormigón proyectado. [17]

Generalmente suelen estar fabricados con estructura metálica y paneles de madera.



Figura 1.2. Rocódromo con paneles de madera y estructura metálica.

A estos paneles de madera se atornillan las presas, que son objetos de diferentes tamaños, formas y colores, que simulan los agarres que se pueden encontrar en una pared de montaña y se utilizan para el avance por el muro de escalada. Generalmente fabricados en poliuretano, poliéster con carga mineral o madera. [17].

Para rocódromos de bloque o boulder con una altura inferior a 4,5 metros descrito en la normativa UNE se utilizan como elementos de protección colchonetas para amortiguar el impacto de la caída. [3]

Para rocódromos de dificultad y velocidad tanto los puntos de protección individual como los puntos de protección superior, tienen que estar perfectamente anclados a la estructura para resistir las cargas correspondientes garantizando la seguridad estructural y con ella la seguridad del escalador.



Figura 1.3. Sistemas de protección en escalada de dificultad: Puntos de protección individual y cuerda.



Figura 1.4. Sistema de protección en escalada de velocidad: Punto de protección superior con auto asegurador y cuerda.

1.4.2. Funcionalidad de las Estructuras.

Podemos definir una estructura desde el contexto de ingeniería mecánica o civil como una construcción formada por elementos resistentes dispuestos de tal manera que sean capaces de mantener, sin cambios apreciables en su geometría, las cargas para las que ha sido diseñado. [9].

El Cálculo de Estructuras tiene por objeto el estudio de la estabilidad y resistencia de las construcciones de manera que bajo las acciones que aquellas soportan tanto las fuerzas internas, denominadas tensiones o esfuerzos, como las deformaciones que se presentan han de quedar dentro de ciertos límites establecidos. [9].

El artículo 5.1.1. de la Instrucción Española de Acero Estructural (EAE) describe las Exigencias relativas al requisito de seguridad estructural:

- Artículo 5.1.1.1. Exigencia de resistencia y estabilidad: La resistencia y la estabilidad de la estructura serán las adecuadas para que no se generen riesgos inadmisibles como consecuencia de las acciones e influencias previsibles, tanto durante su fase de ejecución como durante su uso, manteniéndose durante su vida útil prevista. Además, cualquier evento extraordinario no deberá producir consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original. Los procedimientos incluidos en esta Instrucción mediante la comprobación de los estados límite últimos, junto con el resto de criterios relativos a ejecución y control, permiten satisfacer esta exigencia.
- Artículo 5.1.1.2 Exigencia de aptitud al servicio: La aptitud al servicio será conforme con el uso previsto para la estructura, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable, en su caso, la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles para la confortabilidad de los usuarios y, además, no se produzcan degradaciones inaceptables. Se entenderá que la estructura tiene deformaciones admisibles cuando cumpla las limitaciones de flecha establecidas por las reglamentaciones específicas que sean de aplicación. En el caso de las estructuras de edificación, se utilizarán las limitaciones indicadas en el apartado 4.3.3 del Documento Básico «Seguridad Estructural» del Código Técnico de la Edificación.

Así mismo, la estructura es la encargada de resistir las acciones o cargas que actúan sobre ésta. Se distinguen las siguientes acciones por su variación en el tiempo:

(Artículo 9.2. EAE):

- Acciones permanentes (G). Son aquellas que actúan en todo momento y son constantes en magnitud y posición. Dentro de este grupo se engloban el peso propio de la estructura, de solados y pavimentos, de accesorios e instalaciones fijas, etc.
- Acciones permanentes de valor no constante (G^*). Son aquellas que actúan en todo momento, pero cuya magnitud no es constante y varía de forma monótona, como, por ejemplo, movimientos diferidos de la cimentación.
- Acciones variables (Q). Son aquellas cuyo valor varía frecuentemente a lo largo del tiempo, de forma no monótona. Dentro de este grupo se incluyen sobrecargas de uso, acciones climáticas, acciones debidas al proceso constructivo, etc.
- Acciones accidentales (A). Son aquellas cuya probabilidad de actuación a lo largo de la vida útil de la estructura es pequeña, pero tienen una magnitud importante. En este grupo se incluyen las acciones debidas a impactos, explosiones, etc. Los efectos sísmicos pueden considerarse de este tipo.

1.4.3. Estados Limite. [1]

Se definen como estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas, puede considerarse que la estructura no cumple alguna de las funciones para las que ha sido proyectada.

Generalmente, los estados límite se clasifican en Estado Limite Últimos (ELU) y Estados Limite de Servicio (ELS).

1.4.3.1. Estados Límite Últimos. [1]

La denominación de estados límite últimos engloba todos aquellos que producen el fallo de la estructura, por colapso o rotura de la misma o de una parte de ella.

Como estados límite últimos deben considerarse los debidos a:

- La pérdida del equilibrio de la estructura o parte de ella, considerada como un sólido rígido.
- El fallo por pérdida de la estabilidad de la estructura o parte de ella, o de algún o algunos elementos estructurales que constituyen la estructura.
- El fallo por agotamiento de la resistencia de la estructura o de las secciones de los elementos estructurales que constituyen la misma.
- El fallo por agotamiento de la resistencia de las uniones.
- El fallo por deterioro progresivo bajo la actuación de cargas repetidas.

En la comprobación de los estados límite últimos que consideran el colapso o rotura de una sección o elemento estructural, se debe satisfacer la condición:

$$R_d \geq E_d$$

Donde:

R_d - Valor de cálculo de la respuesta de la estructura.

E_d - Valor de cálculo del efecto de las acciones.

1.4.3.2. Estados Límite de Servicio. [1]

Se incluyen bajo la denominación de estados límite de servicio todas aquellas situaciones de la estructura para las que no se cumplen los requisitos de funcionalidad, de comodidad, de durabilidad o de aspecto requeridos.

En la comprobación de los estados límite de servicio se debe satisfacer la condición:

$$C_d \geq E_d$$

Donde:

C_d - Valor límite admisible para el estado límite a comprobar.

E_d - Valor de cálculo del efecto de las acciones.

1.4.4. Programa de Diseño y Calculo: Autodesk Inventor.

Se utiliza el software Autodesk Inventor para el diseño y calculo estructural. Se trata de un programa de modelado paramétrico de sólidos en 3D que ofrece herramientas profesionales y específicas para el diseño mecánico 3D, documentación y simulación, que permite modelar, analizar y dimensionar problemas de ingeniería de estructuras.

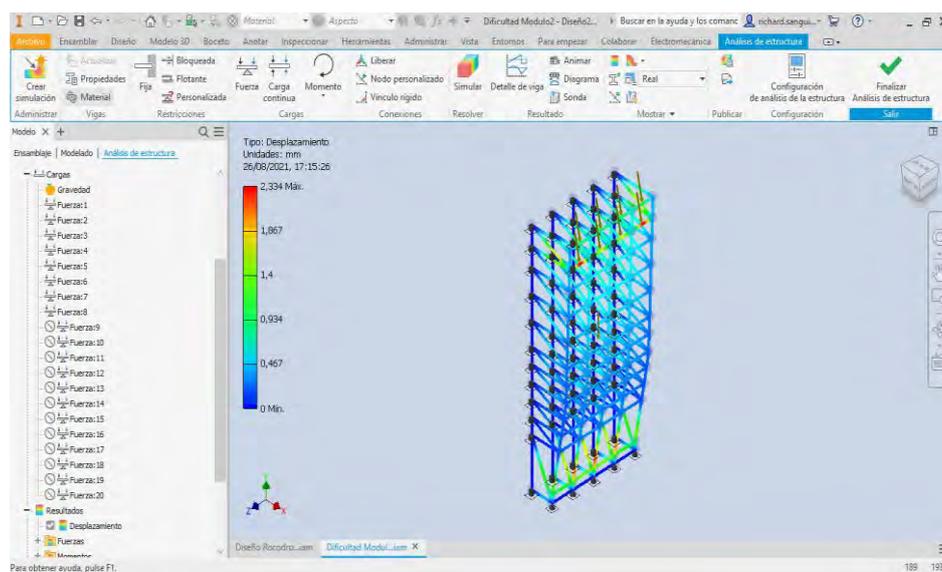


Figura 1.5. Ejemplo de diseño con Autodesk Inventor.

1.5. Requisitos de Diseño.

Lo primero será realizar el diseño de la superficie escalable y para ello se tendrán en cuenta las dimensiones establecidas por la normativa de la FEDME para cumplir con los requisitos y el objetivo de este proyecto.

El espacio disponible viene determinado por el interior de una nave industrial, situada en la ciudad de Elche, en las instalaciones deportivas, Partida de Altabix, junto a las pistas de tenis y el pueblo Científico de la UMH. La nave tendrá 600m² de los cuales se destinarán 500m² para las zonas de escalada, la altura del edificio serán 15m.

1.5.1. Formato de dificultad.

Todas las competiciones autorizadas por FEDME se desarrollarán en un muro que estará construido de acuerdo con la normativa UNE EN 12572, y tendrá que cumplir con un mínimo de medidas que son: [6]

- 12 metros de altura y 9 metros de anchura.
- El desplome será como mínimo de 6 metros al llegar al top de las vías.
- La longitud de recorrido de vía será como mínimo de 15 metros.
- El muro deberá poder albergar 2 vías de escalada, simultáneamente.
- La pared ha de permitir equipar vías del nivel adecuado para competición.

1.5.2. Formato de Bloque o Boulder.

Todas las competiciones autorizadas por la FEDME se desarrollarán con un diseño determinado, las zonas de escalada o bloques tendrán una altura máxima que no permita una caída superior a 3 metros considerando la parte más baja del cuerpo y dispondrán la suficiente superficie hábil para disponer de varias vías o problemas de bloque, suficientemente separadas unas de otras para garantizar la seguridad, y la no interferencia entre ellas. [6]

1.5.3. Formato de Velocidad.

Todas las competiciones autorizadas por la FEDME se desarrollarán en el muro específico para la prueba de velocidad diseñada por la IFSC en la versión de 15 metros. El muro estará construido de acuerdo con la normativa UNE EN 12572. [6]

1.6. Descripción del diseño.

Con estas especificaciones y para cumplir con el objetivo de este proyecto, se han creado 5 módulos de dificultad, 5 módulos de Boulder y el módulo de velocidad, todos teniendo en cuenta las especificaciones establecidas por la FEDME para cumplir con las dimensiones de los formatos de competición, pero también se han creado módulos con ángulos de inclinación menos pronunciado pensando en escalada de iniciación y niveles intermedios, obteniendo un espacio de escalada más utilitario.

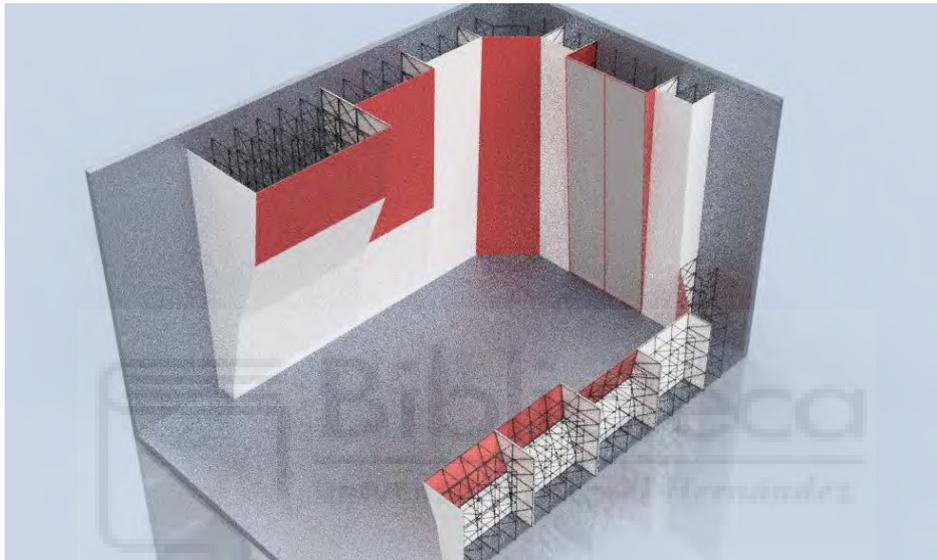


Figura 1.6.1. Diseño - Superficie escalable.

El entramado estructural estará formado por una serie de cerchas que estarán separadas entre sí, aproximadamente por 1.5 metros, formando una estructura tridimensional y esta, estará anclada a la estructura de la nave.

1.6.1. Módulos de dificultad.

Como explicábamos anteriormente en este formato la seguridad del escalador viene determinada por una cuerda y los diferentes puntos de protección individual colocados fijos en la pared y tienen que estar perfectamente anclados con la estructura para soportar las cargas correspondientes.

Para el diseño de las estructuras de dificultad se va a tener en cuenta la posición de los diferentes puntos de protección individual, siendo estos puntos el lugar donde la estructura se verá más solicitada.

Para la ubicación de los puntos de protección individual, se toman las medidas indicadas en la normativa UNE-EN 12572-1:2017:

La altura del primer punto no debe superar los 3,10 m.

La distancia "X" entre la ubicación de los puntos de protección individual (véase la figura 1) y la altura h, se debe determinar del modo siguiente:

- 1 m si $h < 4$ m;
- 1,10 m si $h > 4$ m;
- 1,20 m si $h > 5$ m;
- 1,30 m si $h > 6$ m;
- 1,40 m si $h > 7$ m;
- 1,50 m si $h > 8$ m;
- 2,00 m si $h > 10$ m;

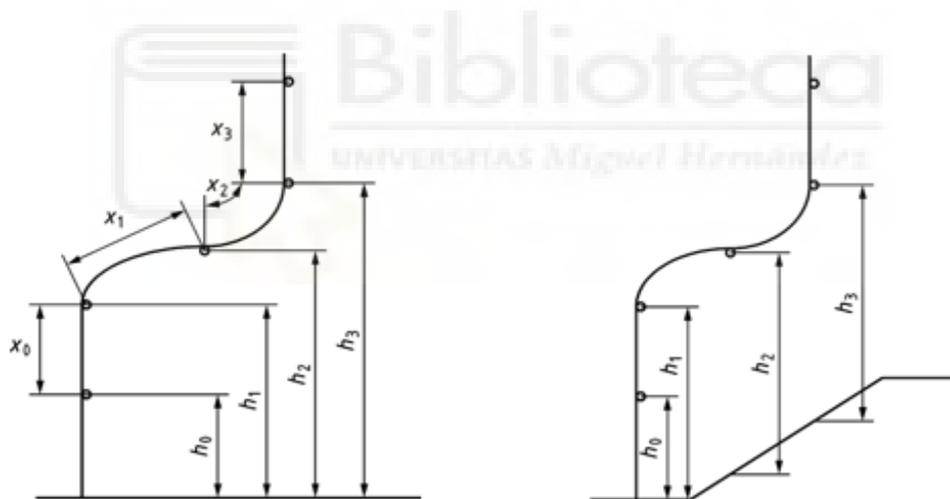


Figura 1.6.2. Distribución puntos de protección. [3]

Con todo esto, los puntos de protección individual quedarán situados en las siguientes cotas medidas desde el suelo.

PUNTO DE PROTECCIÓN	ALTURA DESDE EL SUELO (m)
PUNTO 1	3.1
PUNTO 2	4.1
PUNTO 3	5.1
PUNTO 4	6.1
PUNTO 5	7.1
PUNTO 6	8.1
PUNTO 7	9.6
PUNTO 8	11.1
PUNTO 9	12.6
PUNTO 10	13.8

Con esta relación tenemos definida la altura de todos los puntos de protección individual. Estos puntos irán situados en la mitad de cada viga y las vigas estarán arriostradas a esa altura.

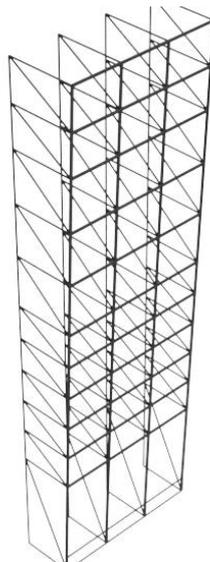


Figura 1.6.3. Ejemplo de la configuración de las estructuras de dificultad.

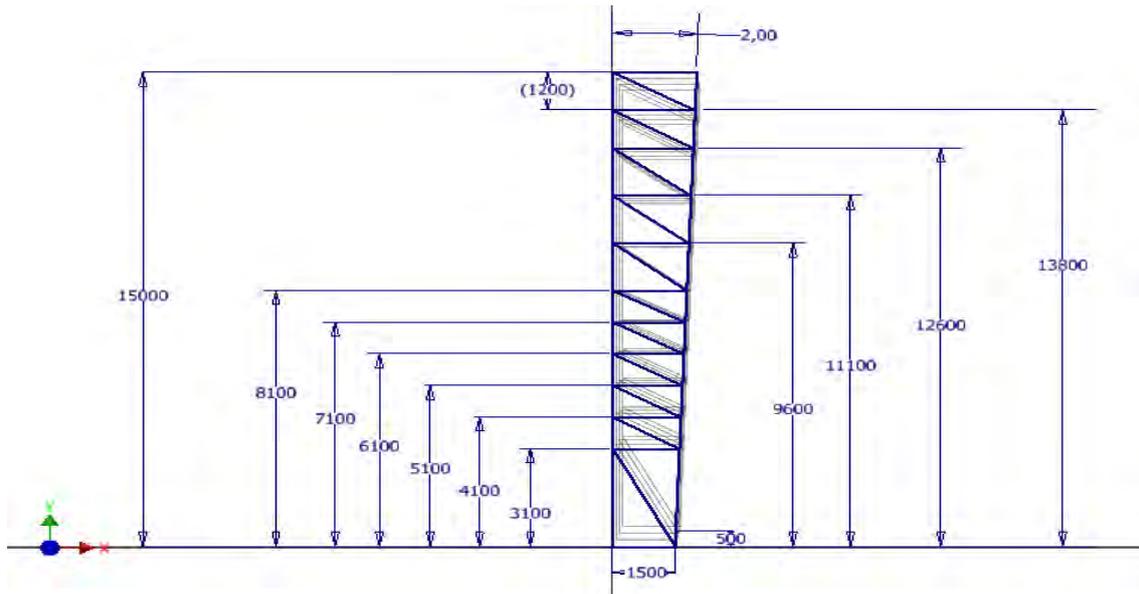


Figura 1.6.4. Cotas del arriostramiento de las estructuras de dificultad.

1.6.1.1. Módulo de dificultad 1.

Este módulo se ha diseñado pensando en escalada de competición, entrenamientos y cursos de tecnificación, debido a los ángulos de inclinación de las superficies escalables y tendrá la siguiente configuración.

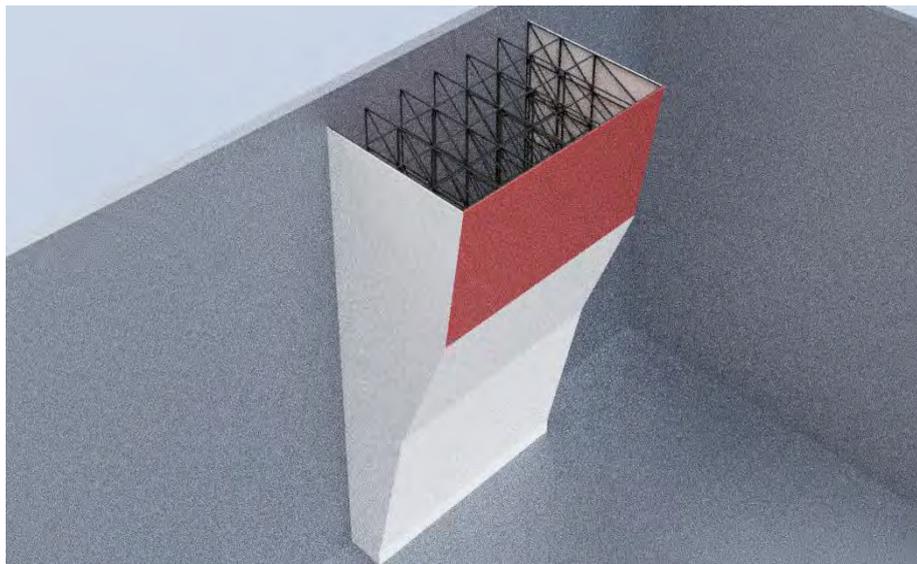


Figura 1.6.5. Módulo de dificultad 1

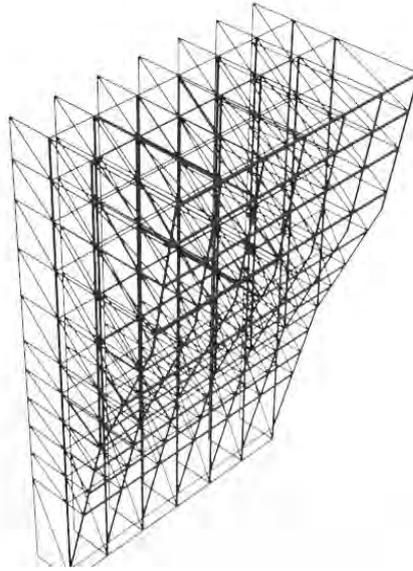


Figura 1.6.6. Estructura - Modulo de Dificultad. 1

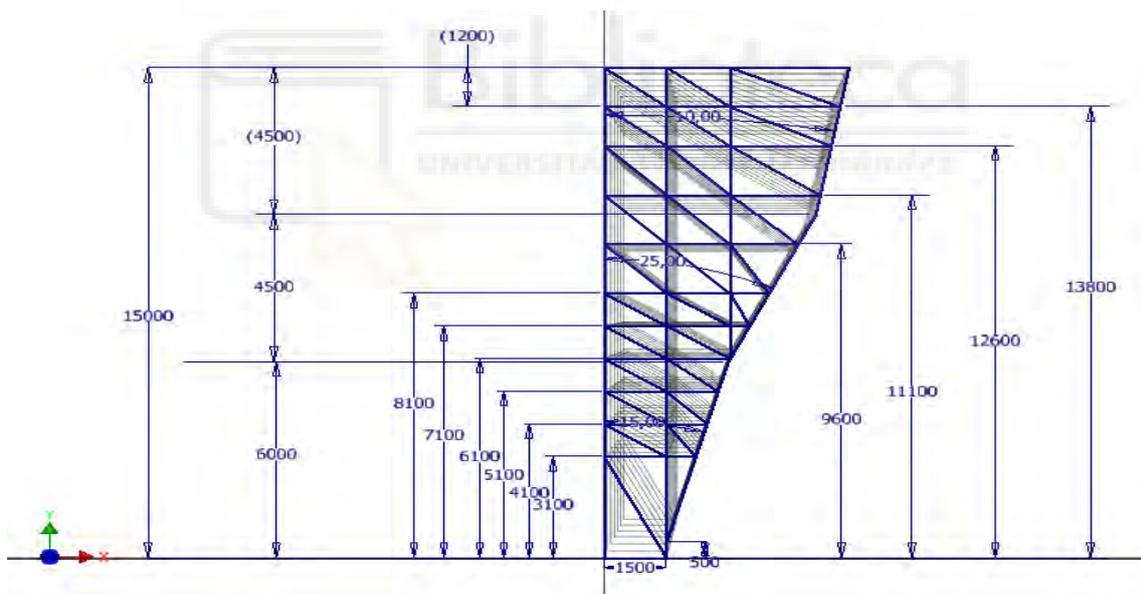


Figura 1.6.7. Cotas y arrojamiento - Modulo de dificultad 1

En esta estructura encontramos 3 ángulos de inclinación diferentes, al principio de la pared nos encontramos con 15° de inclinación, que es un desplome bastante considerado, al que le sigue otro desplome con 25° de inclinación, solo para deportistas experimentados, y para terminar las vías nos enfrentaremos a 10° de inclinación. Con un recorrido total de vías de más de 15 metros, un desplome total de 6 metros al

finalizar las vías y 9 metros de ancho, con 7 cerchas separadas entre sí 1.5 metros. Esta pared es perfecta para entrenamientos de tecnificación y adecuada para equipar vías de suficiente nivel para competiciones de escalada.

1.6.1.2. Módulo de Dificultad 2.

Este módulo se ha realizado pensando para la práctica de la escalada en un nivel intermedio y tendrá la siguiente configuración.

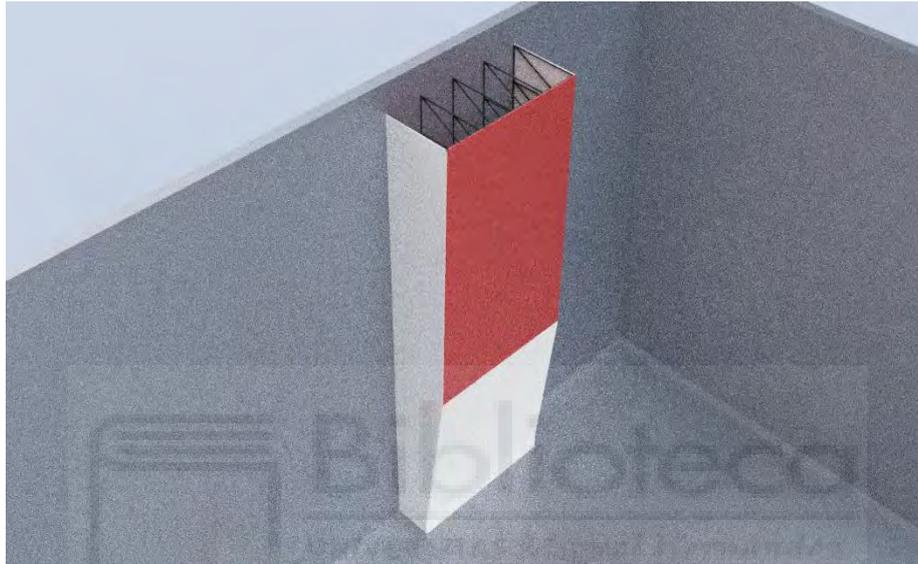


Figura 1.6.8. Módulo de dificultad 2.

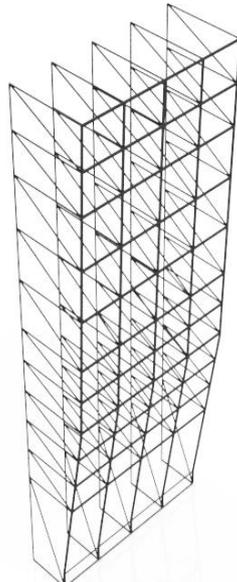


Figura 1.6.8. Estructura - Modulo de dificultad 2.

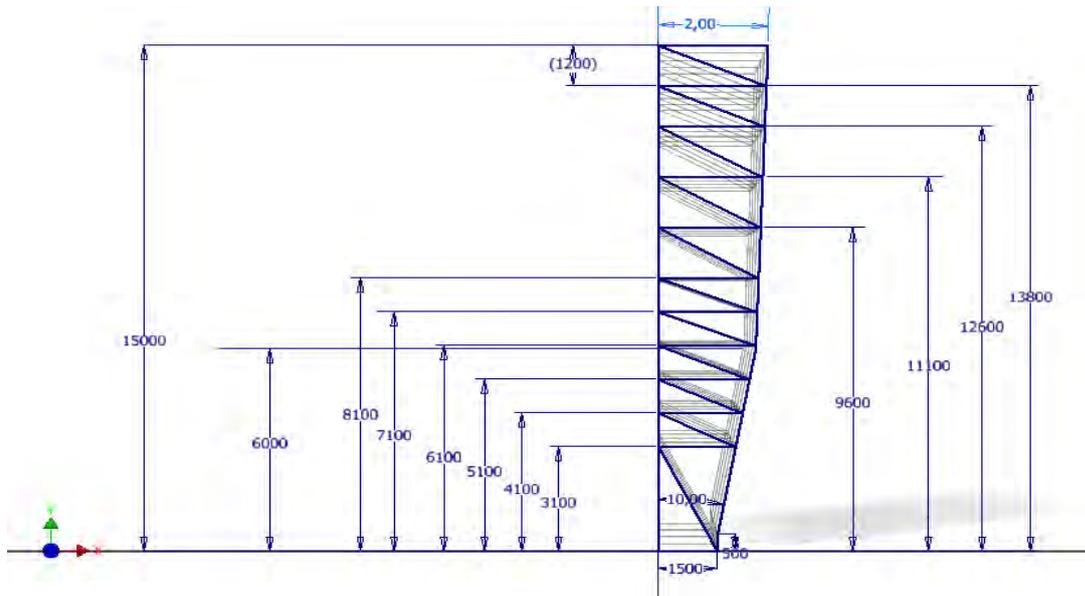


Figura 1.6.9. Cotas y arrostramiento - Modulo de dificultad 2

En esta estructura nos encontramos con 2 ángulos de inclinación diferentes, para comenzar tenemos 10° de inclinación y luego nos enfrentamos a una placa desplomada de 2° de inclinación, con más de 15 metros de recorrido y 6 metros de ancho con 5 cerchas separadas entre sí por 1.5 metros.

En esta pared podemos equipar vías para practicante todos los niveles de escelda.

1.6.1.3. Módulo de dificultad 3.

Este módulo principalmente ha sido diseñado para la práctica de escalada de iniciación, aunque también podemos equipar vías para niveles más avanzados, debido a que la dificultad de la ascensión depende tanto de los ángulos de inclinación de la pared, así como de los agarras por lo que hay que ascender. La configuración de este módulo será la siguiente.

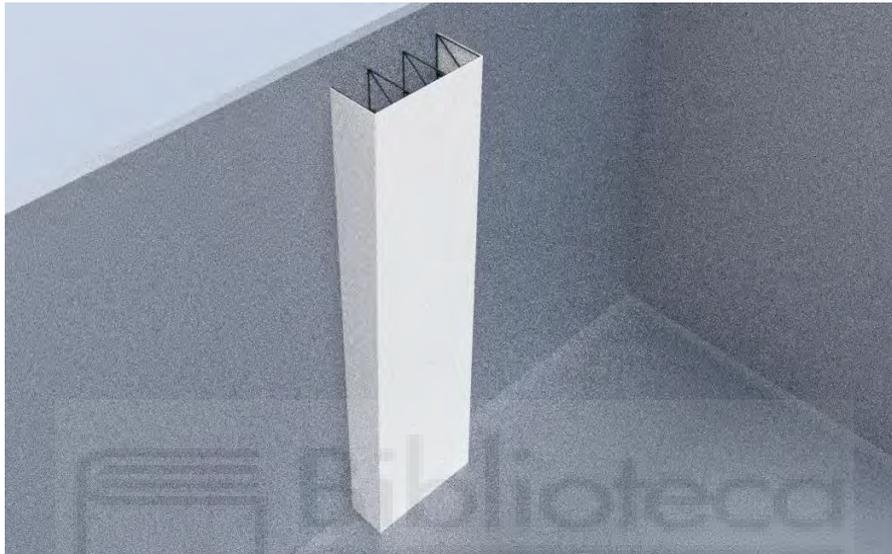


Figura 1.6.10. Módulo de dificultad 3.

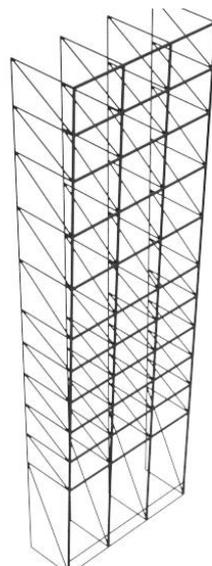


Figura 1.6.11. Estructura - Modulo de dificultad 3.

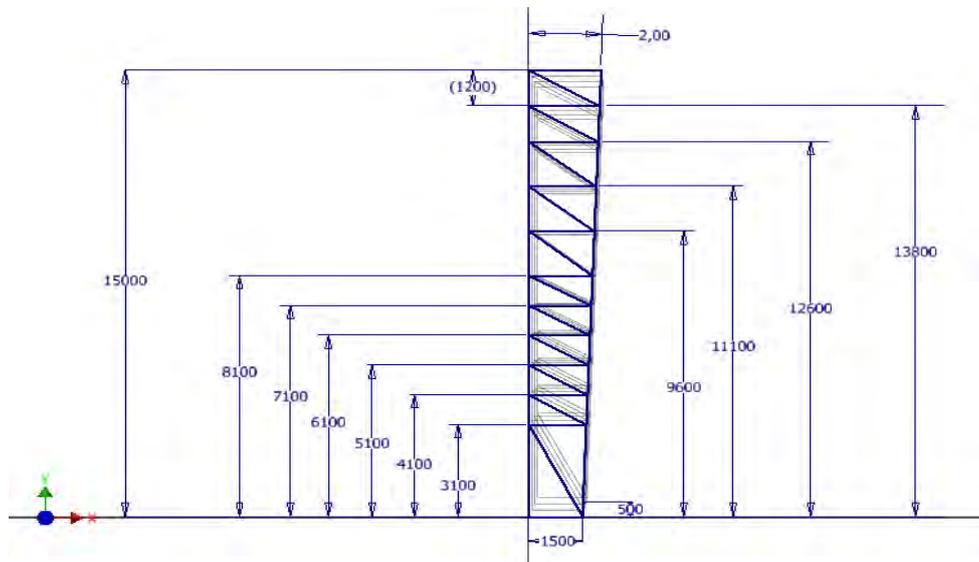


Figura 1.6.12. Cotas y arrostramiento - Modulo de dificultad 3.

En esta estructura encontramos un ángulo de inclinación, en este caso se trata de una placa desplomada con 2° , tendrá 15 metros de recorrido y 4.5 metros de ancho, con 4 cerchas separadas entre si con una cota de 1.5 metros.

Esta pared es ideal para escalada de iniciación y entrenamiento de tecnificación en vías de placa.

1.6.1.4. Módulo de dificultad 4.

Esta estructura tiene un diseño especial ya que se encuentra restringida por su situación dentro de la nave, en este caso se encuentra situada en una esquina. Y continua con el mismo ángulo de inclinación del módulo 3, que a la vez se realiza una forma de diedro entre estos dos paneles con un ángulo de 135° . Su configuración estructural es la siguiente.

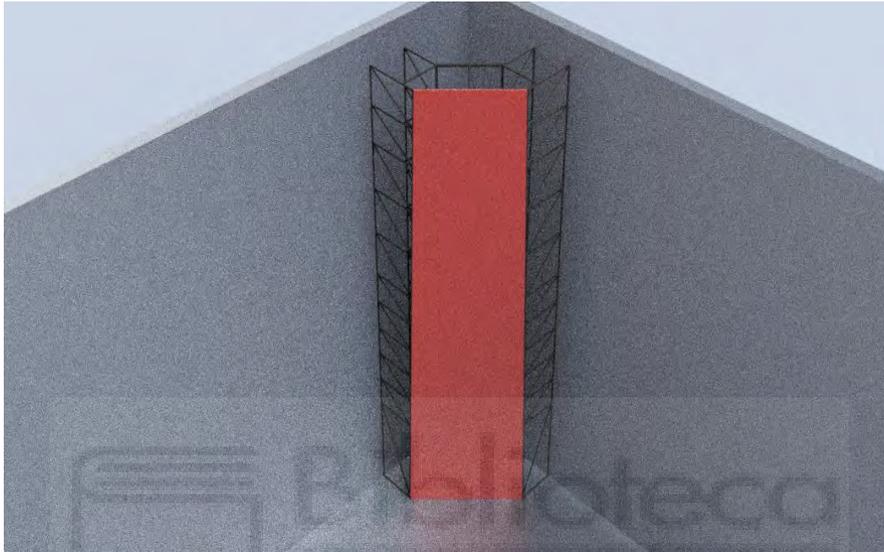


Figura 1.6.13. Módulo de dificultad 4.

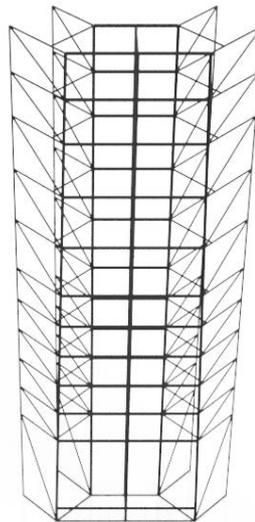


Figura 1.6.14. Estructura - Modulo de dificultad 4

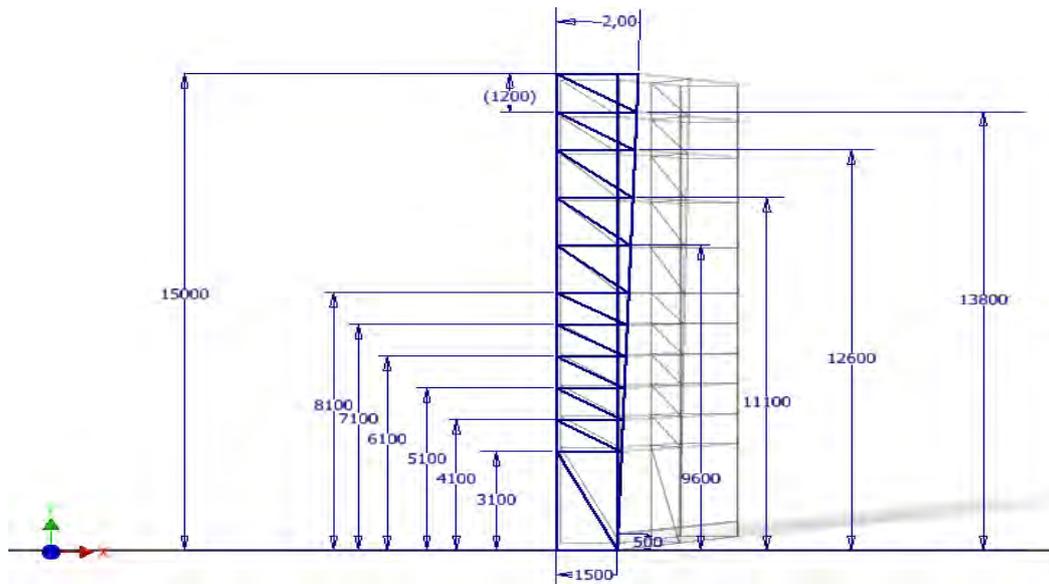


Figura 1.6.15. Cotas y arrojamiento - Modulo de dificultad 4.

En este panel al igual que en el panel del módulo 3, se pueden equipar vías de nivel de iniciación y nivel intermedio, además con el diedro entre el módulo 3 y modulo 4, que como hemos explicando antes forma un ángulo entre paredes de 135° se pueden equipar vías de un nivel más avanzado.

1.6.1.5. Módulo de dificultad 5.

Por restricciones de la nave y de diseño se realiza este módulo con una anchura total de 2,5 metros, con 3 cerchas separadas entre si con una cota de 1,250m, se realiza con 2° de inclinación para niveles de iniciación y la configuración queda de la siguiente manera.

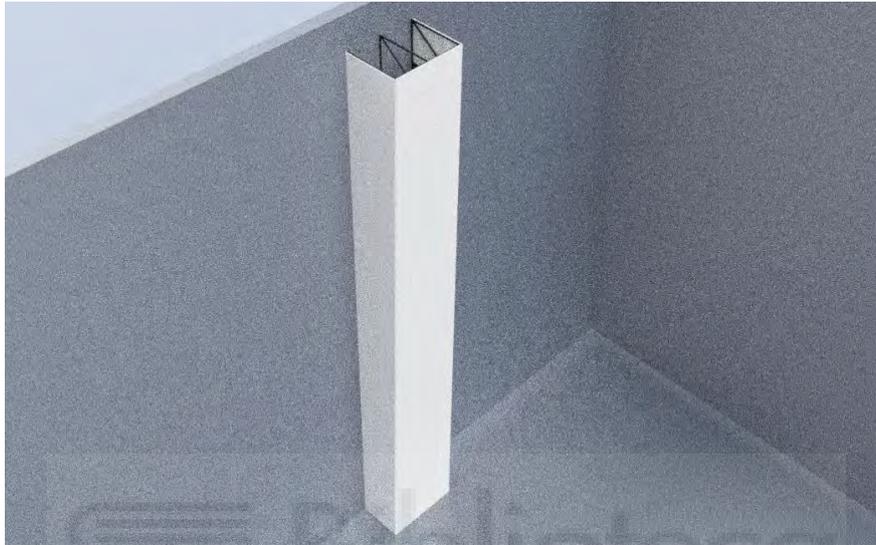


Figura 1.6.16. Módulo de dificultad 5.

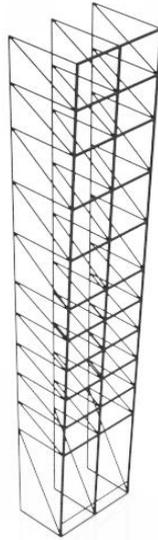


Figura 1.6.17. Estructura - Modulo de dificultad 5

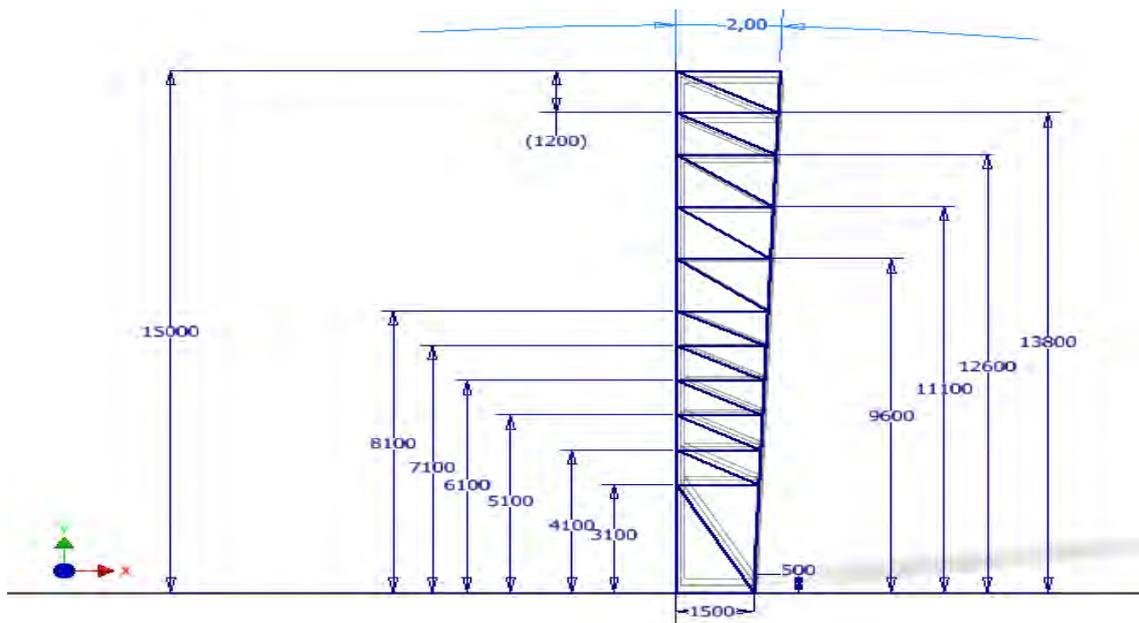


Figura 1.6.17. Cotas y arrostramiento - Modulo de dificultad 5.

Con esta configuración tendremos dos módulos iguales, uno a cada lado de la estructura de velocidad. Este módulo también realiza una forma de diedro con el módulo 4 de 135° y es perfecto para la iniciación a la escalda o en su defecto para la tecnificación en vías de placa.

1.6.2. Módulos de Bloque o Boulder.

Como se explicó anteriormente la protección de estos muros vienen determinada por una colchoneta que amortigua el impacto.

Para la realización de estos muros de escalada se tiene en cuenta la normativa UNE EN 12572-2:

Primer punto, alturas máximas: [4]

- La altura máxima del bloque de escalada debe ser 4.5 m. Esta altura máxima debe ser 4 m donde sea posible permanecer de pie en la parte superior.

Segundo punto, los espacios de caída: [4]

- Si la altura del muro de escalada es inferior o igual a 3 m, la proyección del suelo del muro de escalada se debe ampliar en $L1 \geq 2$ m.

- Si la altura del muro de escalada es superior a 3 m, la proyección del suelo del muro de escalada se debe ampliar en $L_1 \geq 2.5$ m.
- Si el muro de escalada es vertical o tiene una pendiente sobresaliente inferior a 10° sin presas en los muros laterales, la zona de impacto de cada lado del muro de escalada L_2 se puede reducir al 50% de la altura del muro de escalada o a 1.5m.

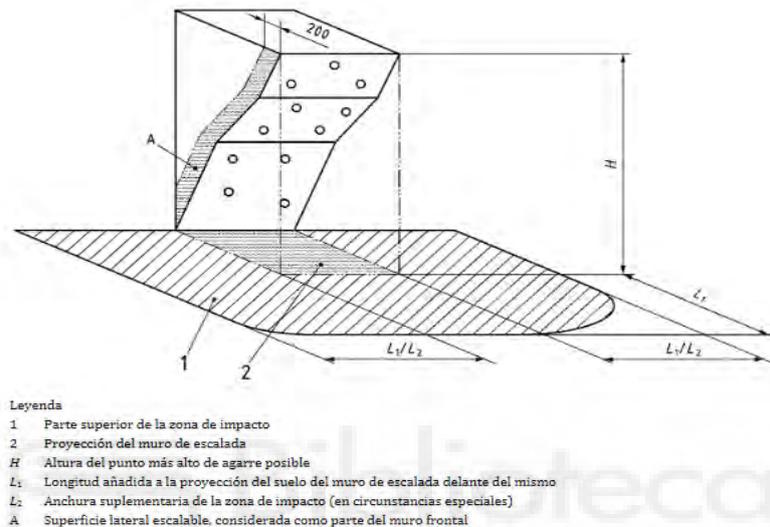


Figura 1.6.2.1. Eje de las medidas de la zona de impacto en la base del muro de escalada. [4]

Tercer punto, colchonetas y sistemas de amortiguación: [4]

- Las Colchonetas de seguridad de espuma deben quedar pegadas al muro, pudiendo tener un rebaje de 50 cm para la salida de pasos muy bajos que requieren estar sentado.

Atendiendo a estas especificaciones se han realizado los módulos de boulder.

1.6.2.1. Módulo de Boulder 1.

Este tiene una configuración especial, al igual que el módulo de dificultad 4, puesto que está restringido por la configuración y distribución de los módulos en la nave, está situado en la otra esquina y a partir de este comienzan todos los siguientes módulos de bloque, su configuración estructural queda de la siguiente manera.

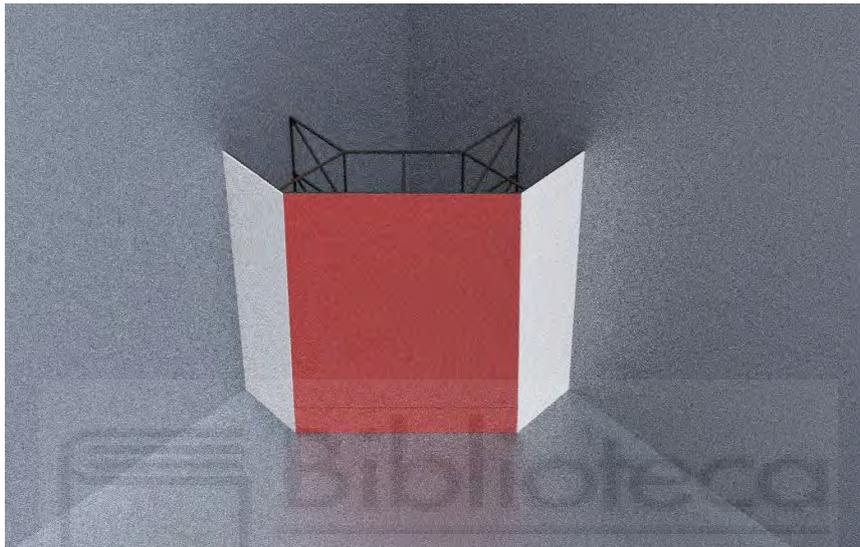


Figura 1.6.18. Módulo de boulder 1.

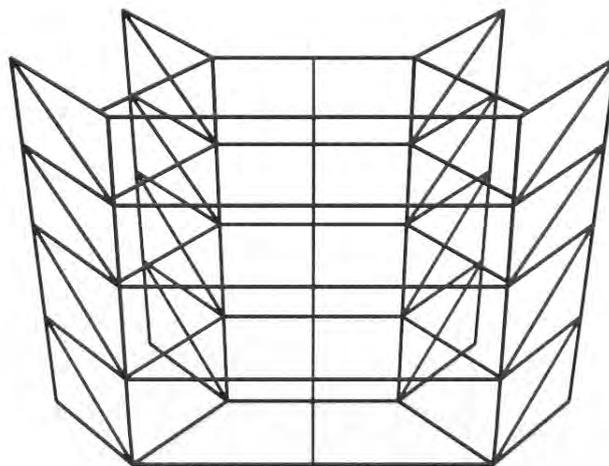


Figura 1.6.19. Estructura - Modulo de boulder 1.

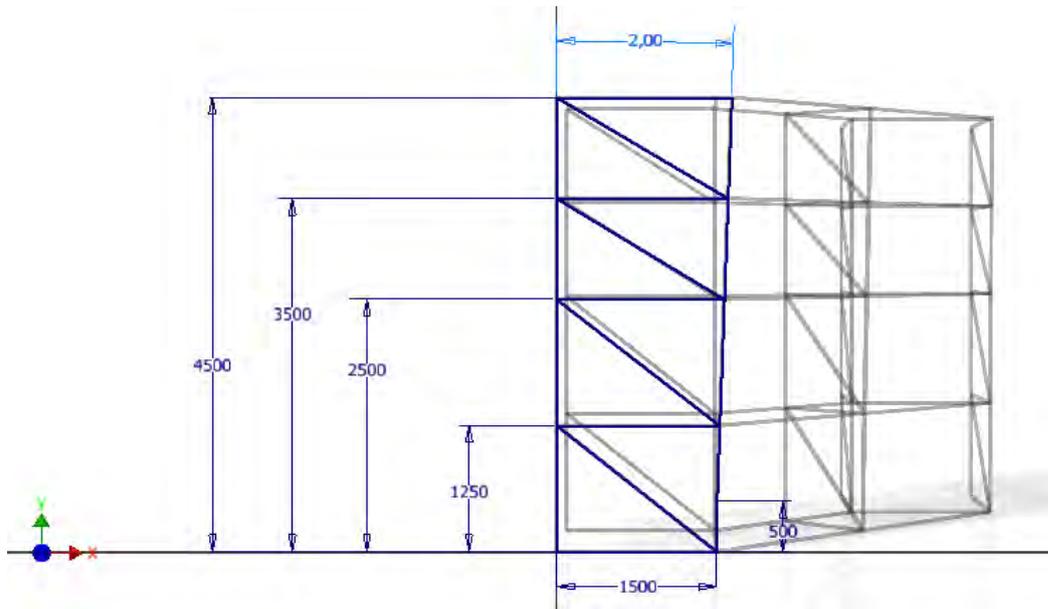


Figura 1.6.20. Cotas y arrojamiento - Modulo de boulder 1.

Se trata de un panel de bloque con un ángulo de inclinación de 2° , perfecto para la iniciación a la escalda y la tecnificación de vías placa o vías de equilibrio, forma con el módulo 2 de bloque un ángulo de 135° para realizar problemas de diedro o dinámicos de parkour.

1.6.2.2. Módulo de Boulder 2.

Esta estructura al igual que la estructura 1 de bloque se han pensado para escalada de iniciación y tienen un ángulo de inclinación de 2° , como comentábamos anteriormente realiza un diedro con la estructura 1 de 135° . Su configuración es la siguiente.

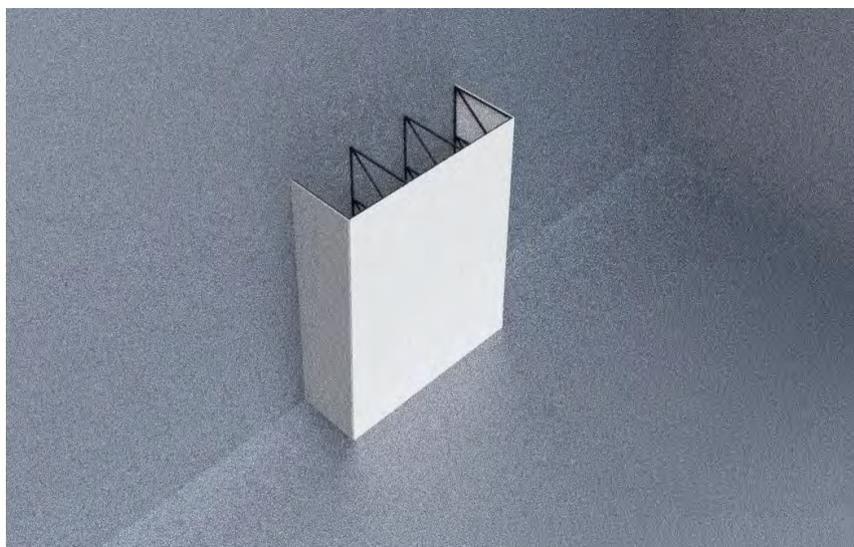


Figura 1.6.21. Módulo de boulder 2.

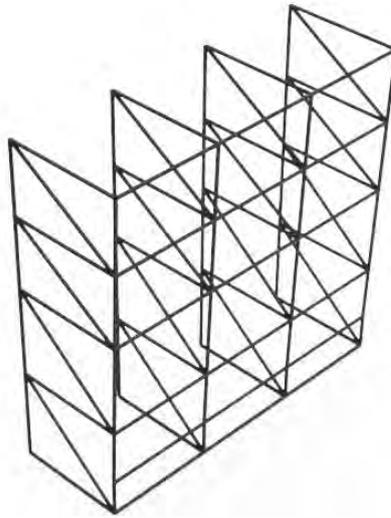


Figura 1.6.22. Estructura - boulder2.

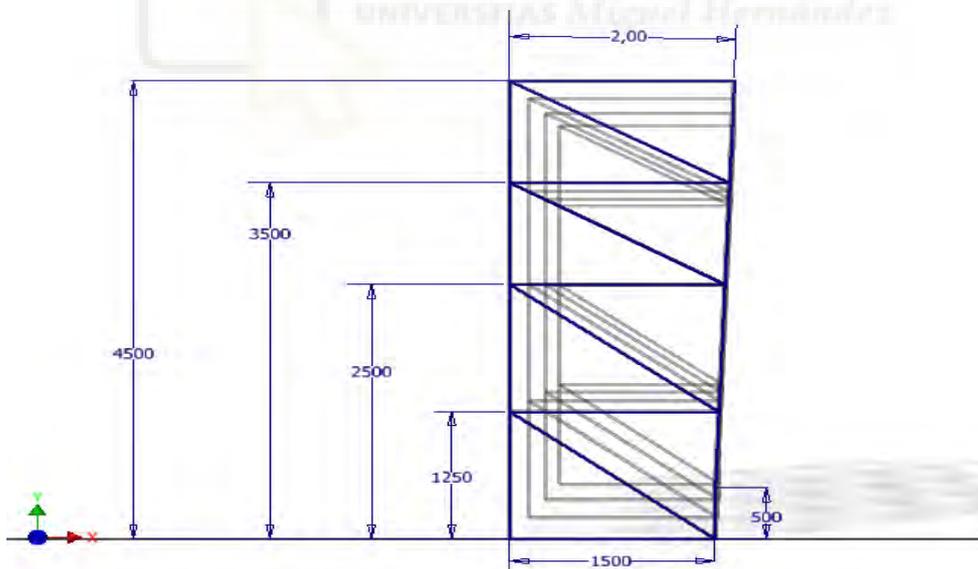


Figura 1.6.23. Cotas y arrojamiento - Modulo de boulder 2.

Tiene como dimensiones y características, un ángulo de inclinación de 2° , 4,5 metros de alto y 4.5 metros de ancho, se construye mediante 4 cerchas separadas entre sí por 1.5m.

1.6.2.3. Módulo de Boulder 3.

Este muro tiene dos ángulos de inclinación un ángulo de 12° y un ángulo invertido de 10° de inclinación, para niveles intermedios de escalada.

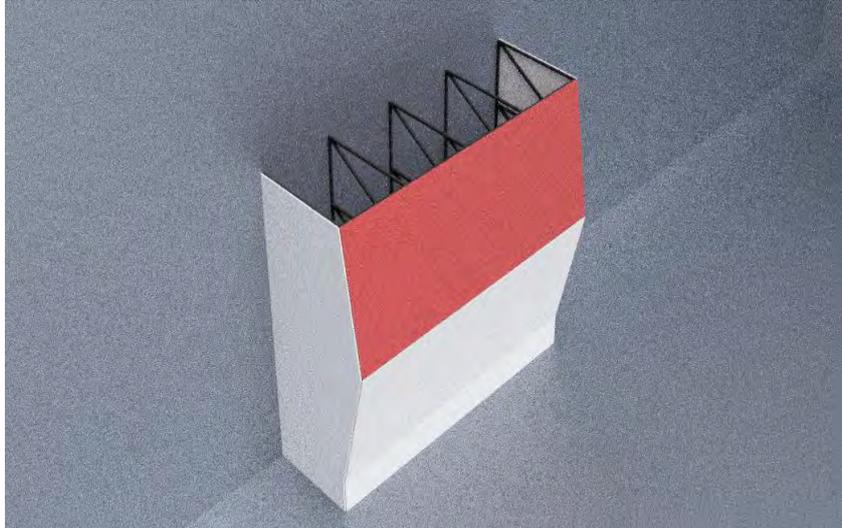


Figura 1.6.24. Módulo de boulder 3.



Figura 1.6.25. Estructura - Modulo de boulder 3.

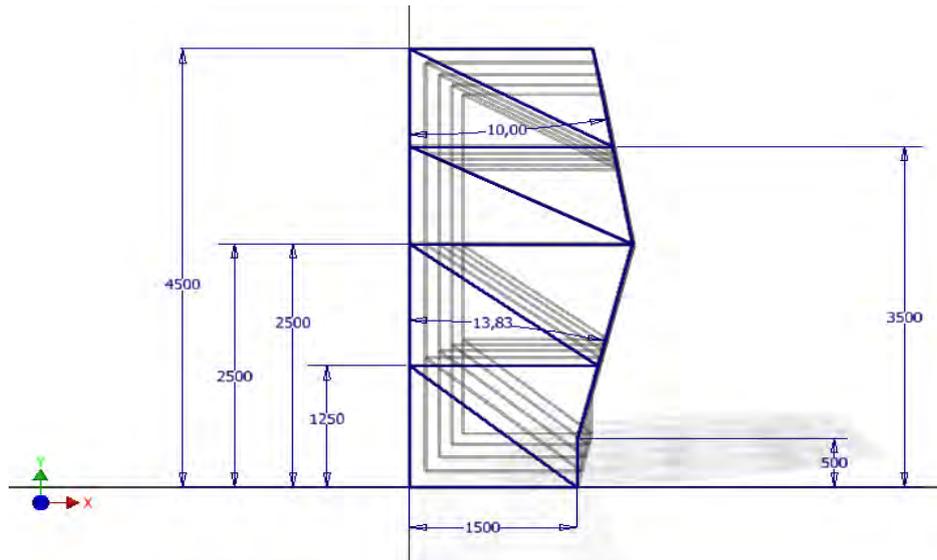


Figura 1.6.26. Cotas y arrostramiento - Modulo de boulder 3.

Con dos ángulos de inclinación, 4,5 metros de alto y 5 metros de ancho, con 5 cerchas separadas entre sí por 1.250m, este muro es perfecto y cumple con las medias por la Fedme para competiciones de escalada, así como, para niveles intermedios.

1.6.2.4. Módulo de Boulder 4.

Pensado para escalada y entrenamiento de alto rendimiento, con dos desplomes uno de 25° al iniciar la pared y otro de 10°, con 4,5 metros de alto y 5 metros de ancho, con 5 cerchas separadas entre sí por 1,250m.

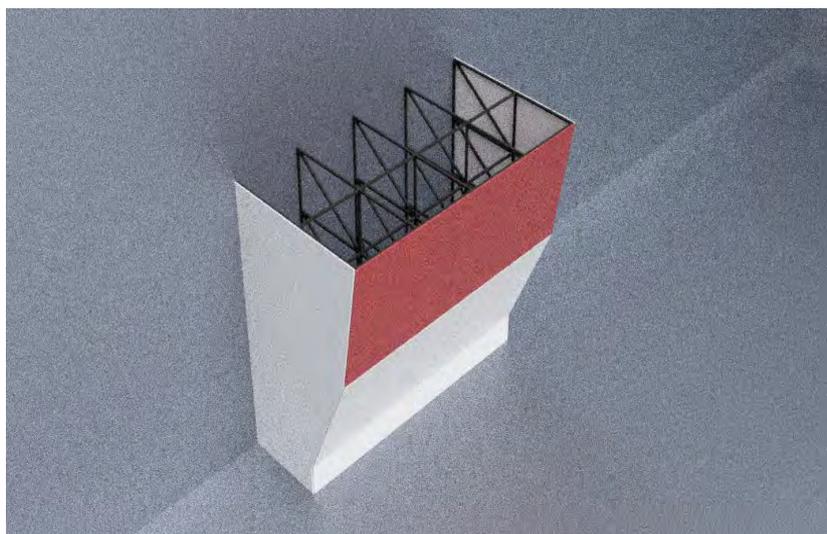


Figura 1.6.27. Módulo de boulder 4.

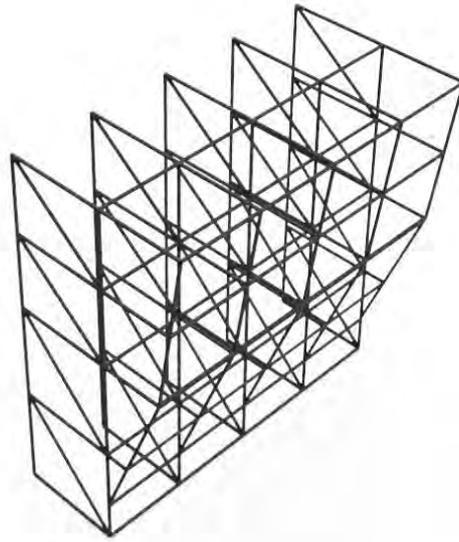


Figura 1.6.28. Estructura - Modulo de boulder 4.

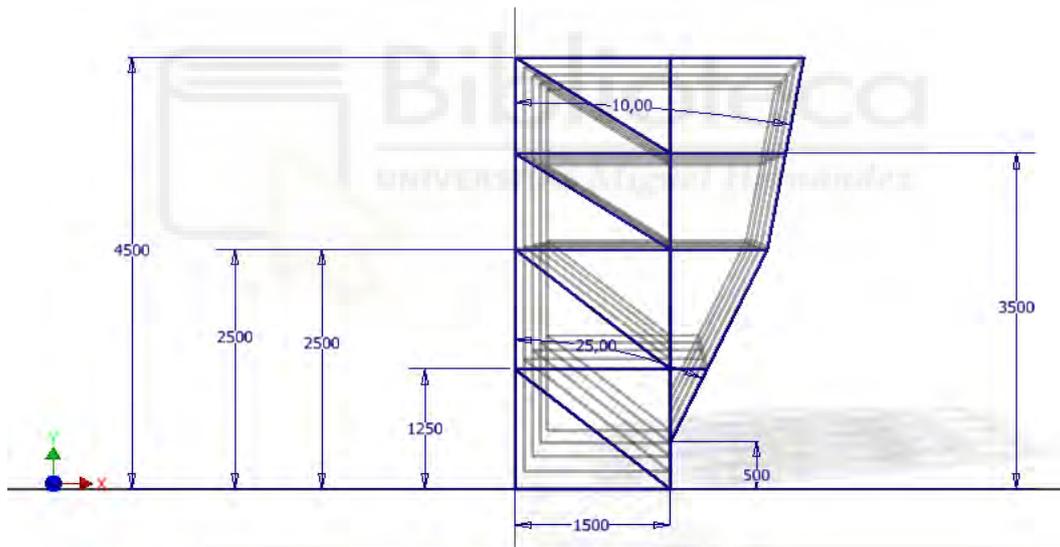


Figura 1.6.29. Cotas y arrostramiento - Modulo de boulder 4.

1.6.2.5. Módulo de Boulder 5.

Al igual que el módulo de boulder 4 está pensado para escalada de alto rendimiento y competiciones, así como para escaladores más avanzados, con dos ángulos de inclinación al principio de la pared con 10° al que le sigue un desplome de 25° .

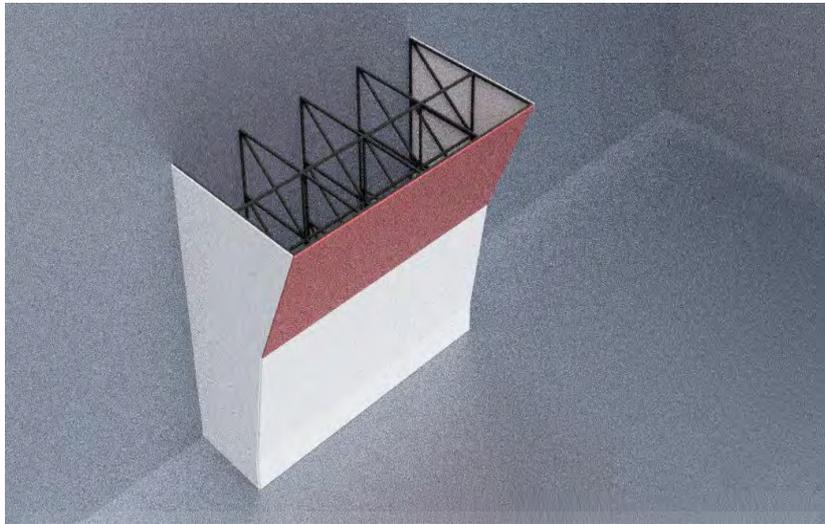


Figura 1.6.30. Módulo de boulder 5.

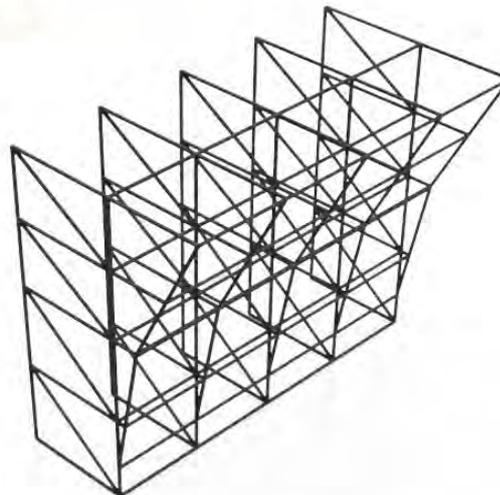


Figura 1.6.31. Estructura - Modulo de boulder 5.

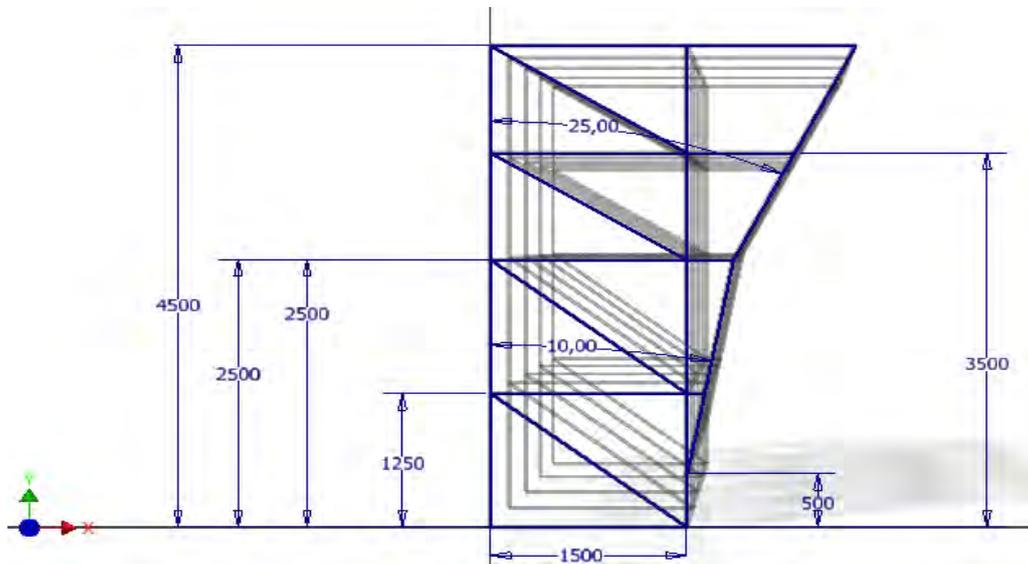


Figura 1.6.32. Cotas y arrostramiento - Modulo de boulder 5.

Con 4,5m de altura y 5m de ancho, con 5 cerchas separadas entre sí por 1,250m, esta pared es ideal para competiciones de escalada, así como, para entrenamientos de tecnificación.

1.6.3. Módulos de Velocidad.

Esta modulo ha sido diseñado para cumplir con la normativa de la FEDME y este nos indica que tiene que cumplir con la normativa de la IFSC, en esta se recogen las características de la pared.

Dimensiones de la pared: [7]

- Altura: 15000mm
- Ancho de vía 1: 3000mm
- Ancho de pista 2: 3000mm
- Grados de inclinación 5°

Atendiendo a estas especificaciones se realiza el diseño de la estructura.

1.6.3.1. Módulo de Velocidad.

Principalmente se ha diseñado este módulo pensando en el entrenamiento de competidores internacionales de esta modalidad, debido a que en España contamos con muy pocas paredes homologadas con estas características, aunque también es cierto que pueden utilizarse por cualquier aficionado que quiera iniciarse en esta modalidad de escalada.

El muro cuenta con 15 metros de altura 5° de inclinación y 6 metros de ancho, con 5 cerchas separadas entre sí por 1,5 metros.

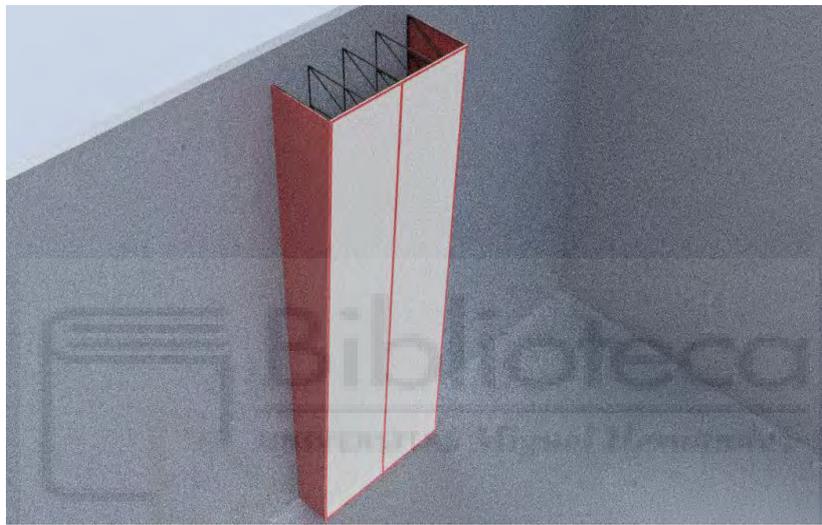


Figura 1.6.33. Módulo de velocidad.

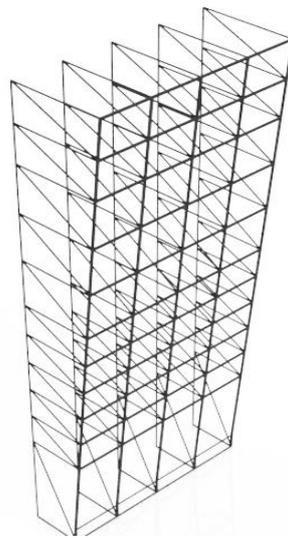


Figura 1.6.34. Estructura - Modulo de velocidad.

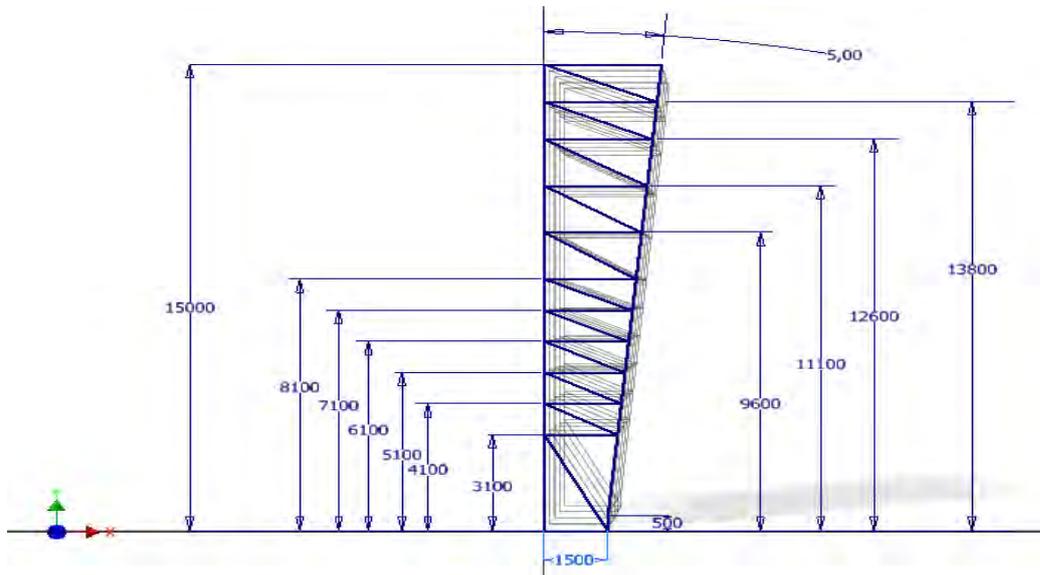


Figura 1.6.35. Cotas y arrostramiento - Modulo de velocidad.

En esta estructura la protección viene determinada por un auto asegurador que está localizado en el punto de protección superior, además de este punto de protección, la estructura está diseñada para poder incluir puntos de protección individual a lo largo de toda la estructura y poder ser utilizada como pared de escalada de dificultad, dándole al rocódromo más utilidad.

CALCULO ESTRUCTURAL



2. CALCULOS JUSTIFICATIVOS.

2.1. Materiales.

Los materiales que se han utilizado para la construcción de este diseño es estructura metálica (Acero) y madera.

El acero que se ha utilizado en la estructura es el S275JR. Sus características se recogen en la siguiente tabla: [1]

Características del Acero S275JR	
Módulo de elasticidad	210000 N/mm ²
Módulo de elasticidad Transversal	81000 N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0,3
Coefficiente de dilatación lineal	1,2 x 10 ⁻⁵ (°c) ⁻¹
Densidad	7850Kg/m ³

El plafón a utilizar es un contrachapado con un grosor de media de 16 mm. Este ha superado las pruebas de impacto de la normativa UNE-EN 12572. [11]

La madera que se ha utilizado para la estructura son tableros de contrachapado marino/fenólico de abedul de altas prestaciones de 18mm con una densidad de 650kg/m³.

2.2. Método de Cálculo.

Una vez diseñada la estructura y definido los materiales estructurales que vamos a utilizar, procedemos al cálculo de la estructura. Lo llevaremos a cabo según la normativa UNE-EN 12572-1: 2017 y UNE-EN 12572-2: 2017.

2.2.1. Efectos. [3,4]

2.2.1.1. Efectos Permanentes (G).

Los efectos permanentes comprenden el peso propio de la estructura y el de todo el armazón estructural. [3].

La estructura se resuelve con secciones de acero laminado, las dimensiones se definirán más adelante, una vez finalizados los cálculos.

Se introduce el peso de la estructura en Autodesk Inventor como una carga gravitacional, por lo que se incluye el factor de seguridad parcial para los efectos permanentes.

El peso propio de los paneles se introduce como cargas distribuidas a lo largo de las barras en N/mm y se multiplica por el coeficiente de seguridad para los efectos permanentes.

2.2.1.2. Efectos variables (Q).

Los efectos variables comprenden:

- Cargas del usuario (Estática y en caída).
- Las cargas de nieve.
- Las cargas de viento.
- Los efectos de las temperaturas.
- Las cargas sísmicas.
- Las cargas especiales.

Solo se tendrán en cuenta las cargas del usuario, estáticas y en caída, puesto que el rocódromo se encuentra en el interior de una nave, por lo que no le afectan el resto de cargas variables.

Medidas en kilonewtons

	Carga de ensayo de prueba	Carga característica	Carga de rotura
Carga de un escalador	-	0,8	-
Carga producida por un escalador en caída sobre un punto de protección ^a	6,6	6,6	20,0
NOTA El ensayo de prueba únicamente sirve como verificación de una buena práctica de instalación, y no puede sustituir a los cálculos.			
^a Basándose en la experimentación, es imposible hacer que dos o más escaladores creen una fuerza pico de impacto simultáneamente debida a una caída.			

Figura 2.1. Cargas del usuario. [3]

	Carga característica kN
Carga de un escalador	0,8
Carga de sustitución por metro cuadrado sobre la superficie de escalada	0,4
Carga de sustitución por metro cuadrado para cualquier zona para estar de pie sobre un muro de escalada	1,6

Figura 2.2. Cargas del usuario1. [4]

2.2.2. Seguridad Estructural. [3,4]

2.2.2.1. Estados Limite

El método de cálculo se debe basar en los principios y definiciones generales para los estados limite.

De forma simbólica, un estado limite se puede expresar como:

$$\gamma_f * S \leq R/\gamma_M$$

Donde:

- γ_f es un factor de seguridad parcial para los efectos.
- γ_M es un factor de seguridad parcial para los materiales.
- S es el efecto de la carga.
- R es la resistencia de la estructura.

Para permitir cierta incertidumbre en las cargas reales y en el modelo utilizado para determinar las cargas, éstas se multiplican por un factor de seguridad parcial para las cargas (γ_f).

Para permitir cierta incertidumbre en las propiedades reales del material y en los modelos utilizados para determinar las fuerzas en la estructura, la resistencia de la estructura se divide por un factor de seguridad parcial para los materiales (γ_M).

2.2.2.2. Estado Limite Final.

Los estados límite finales que requieren consideración incluyen:

- a) La pérdida de equilibrio de la estructura o de cualquier parte de esta, considerada como cuerpo rígido.
- b) el fallo por deformación excesiva, rotura, o pérdida de estabilidad de la estructura o de cualquier parte de esta.

2.2.2.3. Combinación de efectos para el estado limite final.

γ_Q 0 para los efectos favorables; Para la verificación se debe utilizar la siguiente combinación:

$$\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_{k,1} + \sum_{i>1} \Psi_i \gamma_Q Q_{k,i}$$

Donde:

- G_k es el valor característico para los efectos permanentes.
- Q_k es el valor característico para los efectos variables.
- γ_G es un factor de seguridad parcial para los efectos permanentes.
- γ_Q es un factor de seguridad parcial para los efectos variables.
- Ψ es un factor combinatorio para los efectos variables.

Se van a utilizar los siguientes factores de seguridad parcial para los efectos:

- γ_G 1,0 para los efectos favorables;
- γ_G 1,35 para los efectos desfavorables;
- γ_Q 1,5 para los efectos desfavorables.

En caso de varios efectos variables, se puede utilizar el método de cálculo simplificado con el factor combinatorio siguiente:

- $\Psi = 0,8$.

2.2.2.4. Estabilidad Estructural. [3,4]

SAE con puntos de protección.

Para el cálculo de la integridad y estabilidad de una SAE, se deben aplicar las cargas de un escalador en caída en el punto de protección más desfavorable. La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador) se debe tomar en el punto de protección más desfavorable de cada punto de protección sucesivo a cada lado de un escalador en caída.

Para el cálculo, las cargas tanto del escalador en caída como del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador) se deben tomar en el ángulo más desfavorable entre $\pm 12,5^\circ$ desde el eje vertical.

Muros de escalada.

Para el cálculo de la integridad y la estabilidad estructural de un muro de escalada, se aplica la carga de sustitución por metro cuadrado que se describe en la tabla A.1 en todas las zonas más desfavorables del muro de escalada. Se añade la carga de un escalador (0,8 kN) en el punto más desfavorable y se añaden todas las cargas desfavorables producidas por los escaladores que están de pie, como se describe en la tabla A.1.

2.3. Cálculo Estructural.

2.3.1. Cálculo de Acciones.

2.3.1.1. Acciones Permanentes (G).

Comprenden el peso propio de la estructura y el de todo el armazón estructural. (norma une).

Peso de la estructura: Se introduce el peso de la estructura en Autodesk Inventor como una carga gravitacional, por lo que se incluye el factor de seguridad parcial para efectos permanentes $\gamma_G = 1.35$ en dicha carga.

Peso de los paneles de madera: El peso de los paneles se introduce en Autodesk Inventor como una carga distribuida en N/mm. Al ser una carga poco importante comparada con los demás, se promedia por zonas para simplificar el proceso y se multiplica por el coeficiente de seguridad $\gamma_G = 1.35$.

La madera que se utiliza es contrachapado marino/fenólico de abedul de altas prestaciones de 18mm con una densidad de $650\text{kg}/\text{m}^3$.

Acciones de los Paneles:

$$V_{\text{paneles}} = 1.5 * 1.5 * 0.018 = 0.0405\text{m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Donde:

- ρ = Densidad.
- m = Masa.
- v = Volumen.

Despejamos.

$$m = \rho * v$$

Entonces:

$$m_1 = 650 \text{ Kg}/\text{m}^3 * 0.0405\text{m}^3 = 26\text{kg}$$

Sabemos que el Peso (N) es igual a la masa (kg) por la gravedad ($9.8\text{m}/\text{s}^2$):

$$P = m * g$$

Entonces:

$$G1 = P_{\text{paneles}} = 26\text{kg} * 9.8\text{m/s}^2 = 254.8\text{N} = 255\text{N}$$

Aplicando el coeficiente de seguridad $\gamma_G = 1.35$ y dividiendo la carga por 1500mm se nos quedarían las siguientes cargas distribuidas:

$$G1_{\text{distribuida}} = 1.35 * \frac{255\text{N}}{1500\text{mm}} = 0.2295\text{N/mm}$$

2.3.1.2. Acciones Variables (Q).

Como se ha explicado con anterioridad solo se tendrán en cuenta las cargas del usuario, estáticas y en caída, estas cargas se han tomado de la norma UNE-EN 12572-1: 2017 y están indicadas en la figura 2.1. Cargas del usuario de este proyecto.

Carga de un escalador = 0.8KN.

Carga de un escalador en caída = 6.6KN.

Carga de un equipo de escalada = 2 * 0.8KN = 1.6KN.

Multiplicamos estas cargas por el coeficiente de seguridad $\gamma_Q = 1.5$ para los efectos desfavorables no queda:

Q1 = Carga de un escalador = 1.5 * 0.8 = 1.2KN = 1200N.

Q2 = Carga de un escalador en caída = 1.5 * 6.6KN = 9.9KN = 9900N.

Q3 = Carga de un equipo de escalada = 1.5 * (2 * 0.8) = 2.4KN = 2400N.

Q4 = Carga de sustitución por metro cuadrado sobre la superficie de escalada = 1.5 * 0.4 = 0.6 KN = 600N.

2.3.2. Dimensionamiento.

Para el dimensionamiento y la comprobación de las secciones se van a tomar en cuenta los procedimientos de cálculo que propone la EAE.

Para llevar a cabo el análisis de esfuerzos de las estructuras y el dimensionado de los perfiles, primero se han modelado las estructuras en Autodesk Inventor.

Autodesk Inventor realiza un análisis de las estructuras a partir de un modelo numérico que representa la geometría, cargas, apoyos y restricciones de la estructura, obteniendo como resultado las reacciones, los diagramas de solicitaciones y los movimientos de nudos.

Las estructuras han sido modeladas utilizando elementos lineales tipo 'barra'. Todas las estructuras se han modelado empotradas a la estructura de la nave en las cotas de los arriostramientos y las uniones entre vigas y pilares se han consideran como uniones rígidas.

2.3.2.1. Dimensionamiento de los Módulos de Dificultad.

Se decide elegir perfiles en U Normal (UPN) para las vigas y pilares principales y perfiles de sección Hueca Cuadrada para el sistema de arriostramiento, tirantes y vigas transversales. Más adelante, se dimensionarán convenientemente estos perfiles.

Una vez simuladas las estructuras en el programa, se definen las hipótesis de carga y se asigna a cada barra las cargas correspondientes:

- Se deben aplicar las cargas de un escalador en caída en el punto de protección más desfavorable.[3]
- La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador) se debe tomar en el punto de protección más desfavorable de cada punto de protección sucesivo a cada lado de un escalador en caída. [3]
- Estas cargas se deben tomar en el ángulo más desfavorable entre $\pm 12,5^\circ$ desde el eje vertical.[3]

Estas cargas solo sólo se pueden producir en los puntos de protección individual y se considera la caída de un solo escalador.[3]

Los puntos de protección van situados en el centro de las vigas principales, para elegir los puntos más desfavorables se van colocando las cargas en diferentes zonas, y comprobando los puntos con mayor sollicitación.

2.3.2.1.1. Dimensionamiento del Módulo de Dificultad 1.

Módulo de Dificultad 1 – Diseño 1 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk Inventor): Se inicia la simulación con perfiles:

- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 80 x 45 para Vigas y Pilares Principales.
- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 para sistemas de arriostramiento.

A) Dimensionado de las vigas.

Vigas principales: UPN80.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en la viga con numero de barra 367, con la carga 13 y un ángulo desfavorable de + 12.5 desde el eje vertical.

La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador en caída) se toma en los puntos de protección sucesivos a los escaladores en caída, en las barras 359 y 360 con las cargas 43 y 44 con el ángulo más desfavorable +12.6 desde el eje vertical.

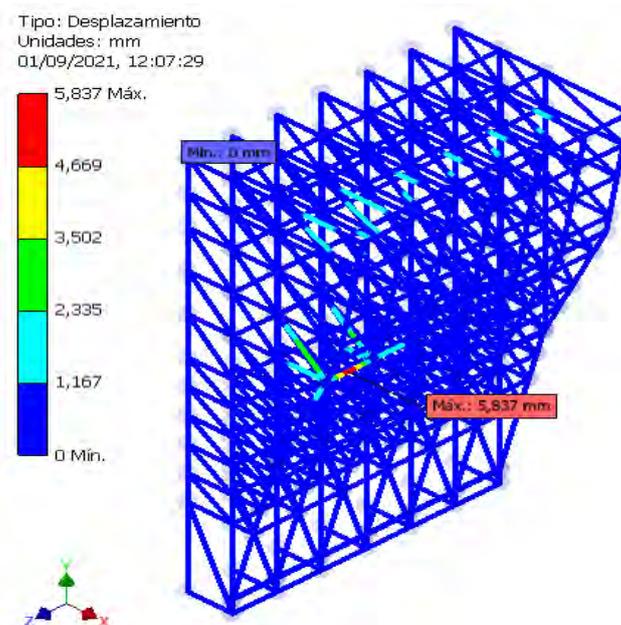


Figura 2.3. Desplazamiento de la barra más solicitada - Modulo 1. Diseño 1.

Los esfuerzos a los que está sometida esta barra se recogen a continuación:

Resultados	
Longitud	1500,000 mm
$F_{x,max}$	-3332,353 N
$F_{y,max}$	-4561,134 N
$F_{z,max}$	-452,605 N
$M_{x,max}$	2260767,535 N mm
$M_{y,max}$	-1527054,281 N mm
$M_{z,max}$	-408,522 N mm
$S_{max,max}$	200,319 MPa
$S_{min,min}$	-325,399 MPa
$S_{max(Mx),max}$	85,368 MPa
$S_{max(My),max}$	150,934 MPa
$S_{min(Mx),min}$	-85,368 MPa
$S_{min(My),min}$	-240,441 MPa
$S_{axial,max}$	0,411 MPa
$T_{x,max}$	6,429 MPa
$T_{y,max}$	11,446 MPa
T_{max}	0,215 MPa

Figura 2.3.1. Resultados – Barra más solicitada - Modulo 1.
Diseño 1.

A partir de los listados de esfuerzos del programa Autodesk Inventor, se realiza tanto la comprobación de ELU Resistencia como la ELU Pandeo.

La tensión máxima obtenida de tracción es de 200.319 MPa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material ($275 \text{ MPa}/1.05 = 262 \text{ MPa}$) se puede comprobar que cumple con la condición de ELU. Pero la máxima obtenida de compresión es de -325.399MPa, por lo que plastificaría el material, en este caso no cumple con las condiciones de ELU.

La deformación máxima obtenida es de 5.837 mm. Para verificar el ELS, se divide la longitud de referencia por 300:

$$ELS = 1500\text{mm} / 300 = 5 \text{ mm}$$

Como se puede comprobar la viga no cumple con las condiciones de ELU y ELS, por lo que habría que aumentar la sección de la misma.

Módulo de Dificultad 1 – Diseño 3 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk inventor): Aumentamos la sección de las vigas principales.

- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 100 x 50 para vigas Principales.
- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 80 x 45 para Pilares Principales
- Perfiles huecos cuadrados para construcción NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 para sistemas de arriostramiento.

Vigas principales: UPN100.

los puntos de protección más desfavorables nos dan en la viga con numero de barra 367, con la carga 13 y un ángulo desfavorable de + 12.5 desde el eje vertical.

La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador en caída) se toma en los puntos de protección sucesivos a los escaladores en caída, en las barras 359 y 360 con las cargas 43 y 44 con el ángulo más desfavorable +12.6 desde el eje vertical.

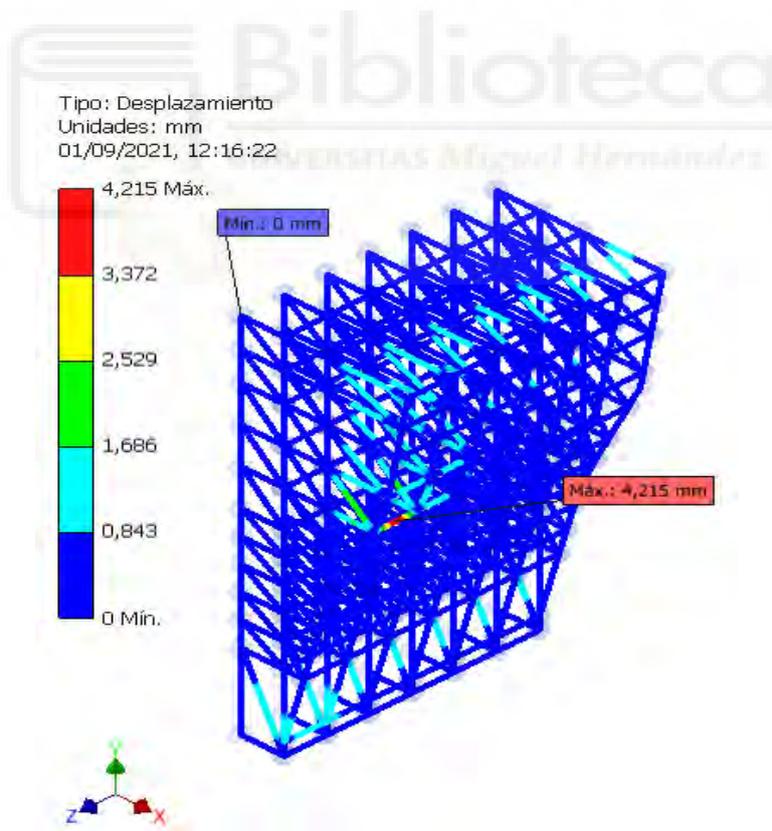


Figura 2.3.2. Desplazamiento de la barra más solicitada- Modulo 1. Diseño 2.

Los esfuerzos a los que está sometida esta barra se recogen a continuación:

Resultados	
Longitud	1500,000 mm
$F_{x,max}$	-3427,355 N
$F_{y,max}$	-4244,807 N
$F_{z,max}$	-309,067 N
$M_{x,max}$	1923797,971 N mm
$M_{y,max}$	-1615402,130 N mm
$M_{z,max}$	-167,132 N mm
$S_{max,max}$	141,095 MPa
$S_{min,min}$	-237,775 MPa
$S_{max(Mx),max}$	46,842 MPa
$S_{max(My),max}$	111,058 MPa
$S_{min(Mx),min}$	-46,842 MPa
$S_{min(My),min}$	-191,162 MPa
$S_{axial,max}$	0,230 MPa
$T_{x,max}$	5,552 MPa
$T_{y,max}$	8,434 MPa
T_{max}	0,071 MPa

Figura 2.3.3. Resultados – Barra más solicitada - Modulo 1. Diseño 2.

La tensión máxima obtenida es de compresión de -237.775 MPa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material ($275 \text{ MPa}/1.05 = 262 \text{ MPa}$) se puede comprobar que cumple con la condición de ELU.

La deformación máxima obtenida es de 4.215 mm.

Para verificar el ELS se utilizarán las limitaciones indicadas en el Documento Básico «Seguridad Estructural» del Código Técnico de la Edificación, de acuerdo con el apartado 5.1.1.2 de la EAE.

Se aplican las limitaciones indicadas en el apartado 4.3.3 del DB-SE del Código Técnico de la Edificación

Para cumplir la integridad de los elementos constructivos y apariencia de la obra:

$$ELS = 1500 \text{ mm} / 300 = 5 \text{ mm}$$

Cumple con los ELU y ELS.

Se concluye con que el perfil UPN100 escogido para las vigas principales de la estructura cumple tanto con los Estados Límite Últimos de resistencia de las secciones y de Inestabilidad, así como, con los Estados Límite de Servicio.

Por lo que el perfil para las vigas será: Perfil UPN100.

B) Dimensionado de los pilares.

Pilares Principales: Perfiles UPN80.

Para dimensionar los pilares principales tomamos los listados de esfuerzos de los pilares que más trabajan.

Fuerza axial máxima.

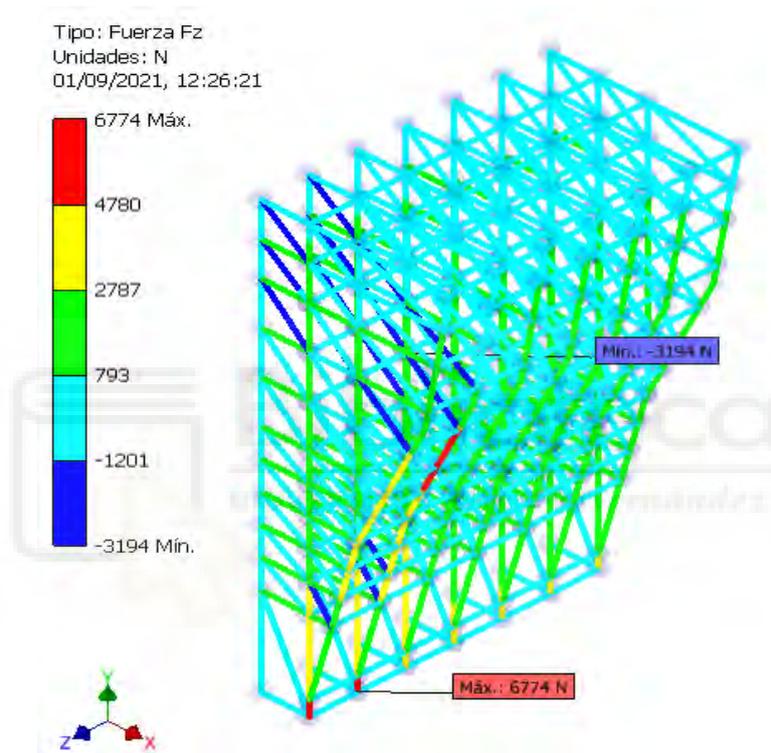


Figura 2.3.4. – Fuerza Axil máxima - Modulo 1. Diseño 2.

En esta imagen podemos observar el pilar más solicitado, Autodesk Inventor como sistema local, toma el eje “Z” en la dirección de la barra, por lo que indicándole que nos enseñe los valores máximos y mínimos del eje “Z” tenemos las barras más solicitadas en esa dirección, en este caso el pilar más solicitado a compresión, sería la barra 87 con axil de 6.774KN de compresión.

Estado Limite de Resistencia de las Secciones.

Según la normativa EAE se debe cumplir la siguiente condición para cumplir el ELU Resistencia:

El valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión N_{Ed} deberá cumplir para cualquier sección transversal:

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$$

Siendo:

N_{Ed} Valor de cálculo del esfuerzo axial.

$N_{c,Rd}$ Resistencia de cálculo de la sección a compresión.

La resistencia de cálculo de la sección para un esfuerzo axial de compresión $N_{c,Rd}$ se obtendrá mediante las siguientes expresiones:

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{para secciones de clase 1, 2 ó 3.}$$

Entonces:

$$N_{c,Rd} = \frac{11 \cdot 10^{-4} \text{m}^2 \cdot 275 \cdot 10^3 \text{KN/m}^2}{1.05} = 288 \text{KN}$$

$$N_{Ed} = 6.774 \text{KN} \leq N_{c,Rd} = 288 \text{KN}$$

Cumple.

Comprobamos la clase de la sección.

Esbelteces máximas para paneles comprimidos interiores almas, tabla EAE 20.3a, Tipo de elemento 1.

$$\left. \begin{array}{l} C = h_1 = 45 \text{mm} \\ T = e = 6 \text{mm} \end{array} \right\} \frac{c}{t} = \frac{45}{6} = 7.5 \leq 72 \cdot 0.92 = 66.24$$

Se cumple la desigualdad, entonces, sería clase 1 por el alma.

Esbelteces máximas para paneles comprimidos en alas, tabla EAE 20.3b, Tipo de elemento 2:

$$\left. \begin{aligned} C = b - c = 45\text{mm} - 14.5\text{mm} = 30.5\text{mm} \\ T = e_1 = 8\text{mm} \end{aligned} \right\} \frac{c}{t} = \frac{30.5}{8} = 3.81 \leq 9 * 0.92 = 8.28$$

Se cumple la desigualdad, entonces, sería clase 1 por las alas.

Comprobamos la clase del perfil UPN80 como clase 1 y confirmamos que las ecuaciones son válidas.

Estado Limite de Inestabilidad (Resistencia de las barras).

Elementos sometidos a compresión (Pandeo de elementos de sección constante):

Para elementos sometidos a compresión, el valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión N_{Ed} deberá verificar:

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$$

Donde:

N_{Ed} Valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión.

$N_{b,Rd}$ Resistencia de cálculo a pandeo del elemento comprimido.

La resistencia de cálculo a pandeo de un elemento sometido a compresión se determinará del siguiente modo:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} \quad \text{para secciones transversales de clase 1, 2 y 3.}$$

Donde χ es el coeficiente de reducción para el modo de pandeo considerado.

Para elementos con sección transversal constante sometidos a un esfuerzo axial de compresión de valor constante, el valor de χ para la esbeltez adimensional o reducida se determinará conforme a:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \quad \text{siendo} \quad \chi \leq 1,0$$

Donde:

$$\Phi = 0,5[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

α = Coeficiente de imperfección.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{N_{cr}}} \quad \text{en secciones de clase 1, 2 y 3.}$$

N_{cr} = Esfuerzo axial crítico elástico para el modo de pandeo considerado, obtenido con las características de la sección transversal bruta.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{cr}^2}$$

Siendo:

- EI la rigidez a flexión del elemento en el plano de pandeo por flexión considerado.
- L_{cr} la longitud de pandeo en el plano considerado.

Entonces: En nuestro caso EI se da en el eje débil.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 19.4 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 178KN$$

Según la EAE para relaciones $N_{Ed}/N_{cr} \leq 0,04$ podrá omitirse la comprobación frente a pandeo, teniéndose que llevar a cabo únicamente la comprobación resistente de la sección transversal.

Entonces:

$$N_{Ed} = 6.941 \text{ KN} / N_{cr} = 178 \text{ KN} = 0.0389$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Con estos resultados comprobamos que el perfil UPN80 cumple con las condiciones de ELU necesarias para satisfacer las condiciones de Estados Limite Últimos establecidos por la Normativa UNE.

Por lo que el perfil para los pilares será: Perfil UPN80.

C) Dimensionamiento de los Tirantes.

Tirantes: Perfiles huecos cuadrados 40.2.

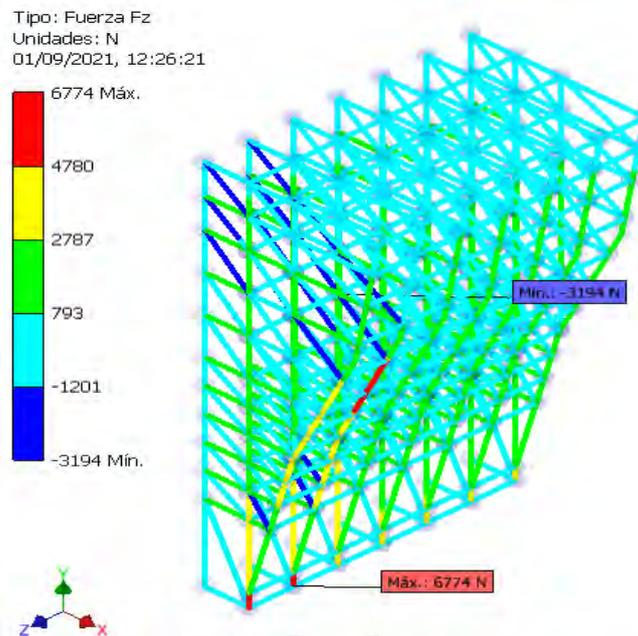


Figura 2.3.5. Fuerza Axil máxima - Modulo 1. Diseño 2.

En este caso el tirante más solicitado según los resultados obtenidos en Autodesk Inventor, nos da en la barra 72 con un axil de 3.194KN de tracción, en este caso el dato que vemos es negativo puesto que el sistema local escogido por Autodesk Inventor para esta barra nos da positivos para compresión y negativos para tracción.

Estado Limite de Resistencia de las Secciones.

Esfuerzo axil de tracción: El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} deberá cumplir para cualquier sección transversal:

$$N_{Ed} \leq N_{t, Rd}$$

Donde:

N_{Ed} Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$N_{t, Rd}$ Resistencia de cálculo de la sección a tracción.

Donde:

$$N_{pt, Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$$

Entonces:

$$N_{pl,Rd} = \frac{2.9 * 10^{-4} m^2 * 275 * 10^3 KN/m^2}{1.05} = 75 KN$$

$$NEd = 3.346 KN \leq N_{pl,Rd} = 75 KN$$

Cumple.

El perfil seleccionado será: **Tubular hueco cuadrado 40.2**

D) Dimensionamiento de las vigas transversales.

Vigas transversales: Perfiles huecos cuadrados 40.2.

Estas vigas trabajan a compresión simple y se comportan como un pilar, por lo que hay que dimensionar a compresión.

Tensión axial máxima.

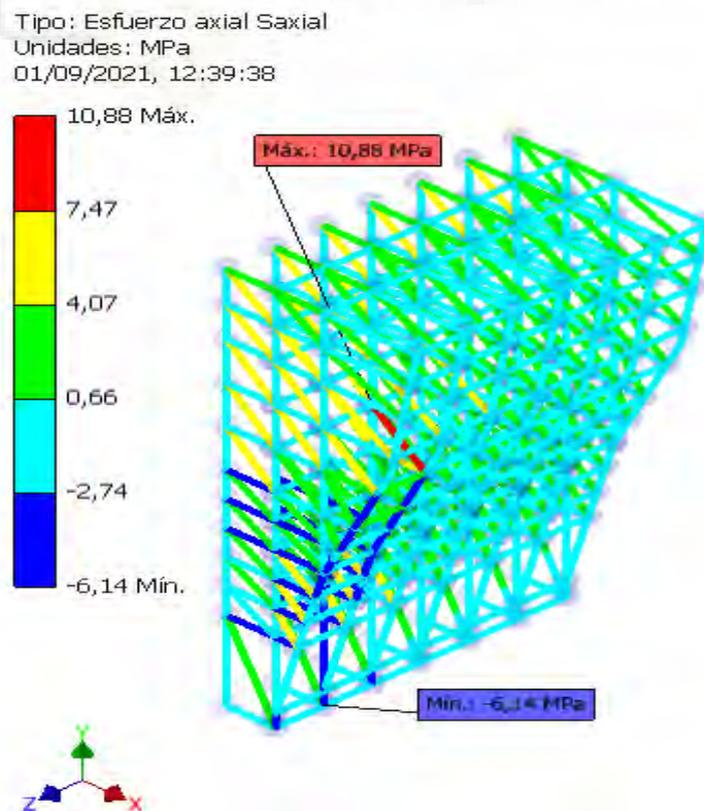


Figura 2.3.6. Tensión Axial máxima - Modulo 1. Diseño 2.

Con esta imagen se representan las tensiones axiales, se puede comprobar que el diseño tiene el comportamiento deseado, los pilares y las vigas transversales de arriostramiento trabajan a compresión y los tirantes trabajan a tracción.

En este caso según los datos obtenidos por Autodesk Inventor la viga transversal más solicitada es la barra 50 con un axil de compresión de 1.859KN.

Los esfuerzos a los que está sometida esta barra, se recogen a continuación:

Resultados	
Longitud	2196,668 mm
F _{X,max}	-0,417 N
F _{Y,max}	24,481 N
F _{Z,max}	1859,293 N
M _{X,max}	8230,918 N mm
M _{Y,max}	241,859 N mm
M _{Z,max}	-87,861 N mm
S _{max,max}	-3,938 MPa
S _{min,min}	-8,723 MPa
S _{max(Mx),max}	2,372 MPa
S _{max(My),max}	0,070 MPa
S _{min(Mx),min}	-2,372 MPa
S _{min(My),min}	-0,070 MPa
S _{axial,max}	-6,331 MPa
T _{X,max}	0,003 MPa
T _{Y,max}	-0,182 MPa
T _{max}	0,017 MPa

Figura 2.3.7. Resultados – Barra con más tensión a compresión -
Modulo 1. Diseño 2.

Estado Limite de Resistencia de las Secciones.

El valor de cálculo del esfuerzo axil de compresión N_{Ed} deberá cumplir para cualquier sección transversal:

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$$

Siendo:

N_{Ed} Valor de cálculo del esfuerzo axil.

$N_{c,Rd}$ Resistencia de cálculo de la sección a compresión.

La resistencia de cálculo de la sección para un esfuerzo axil de compresión $N_{c,Rd}$ se obtendrá mediante las siguientes expresiones:

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{para secciones de clase 1, 2 ó 3.}$$

Entonces:

$$N_{c,Rd} = \frac{2.9 * 10^{-4} m^2 * 275 * 10^3 KN/m^2}{1.05} = 75 KN$$

$$N_{Ed} = 1.8 KN \leq N_{c,RD} = 75 KN$$

Cumple.

Estado Limite de Inestabilidad (Resistencia de las barras).

Elementos sometidos a compresión (Pandeo de elementos de sección constante):

Para elementos sometidos a compresión, el valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión N_{Ed} deberá verificar:

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$$

Donde:

N_{Ed} Valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión.

$N_{b,Rd}$ Resistencia de cálculo a pandeo del elemento comprimido.

Según la EAE para relaciones $N_{Ed}/N_{cr} \leq 0,04$ podrá omitirse la comprobación frente a pandeo, teniéndose que llevar a cabo únicamente la comprobación resistente de la sección transversal.

N_{cr} = Esfuerzo axial crítico elástico para el modo de pandeo considerado, obtenido con las características de la sección transversal bruta.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{cr}^2}$$

Siendo:

- EI la rigidez a flexión del elemento en el plano de pandeo por flexión considerado.
- L_{cr} la longitud de pandeo en el plano considerado.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

Según la EAE ara relaciones $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podrá omitirse la comprobación frente a pandeo, teniéndose que llevar a cabo únicamente la comprobación resistente de la sección transversal.

Entonces:

$$N_{Ed} = 1.859 \text{ KN} / N_{cr} = 60 \text{ KN} = 0.031$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

El perfil seleccionado será: Tubular hueco cuadrado 40.2

E) Comprobación Final.

En este caso la estructura ha sido diseñado para ser equipada con 6 vías de escalada, con lo que se ha realizado la simulación con 6 usuarios en caída en los puntos de protección más desfavorables y se han obtenido los siguientes resultados.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en las vigas con números de barra 367, 368, 369, 370, 371 y 372 con las cargas 13, 14, 15, 16, 17 y 18 con un ángulo desfavorable de + 12.5 desde el eje vertical.

La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador en caída) se toma en los puntos de protección sucesivos a los escaladores en caída, en las barras 359, 360, 361, 362, 363, 364 con las cargas 43, 44, 45, 46, 47 y 48 con el ángulo más desfavorable +12.6 desde el eje vertical.

Deformación y tensión máxima.

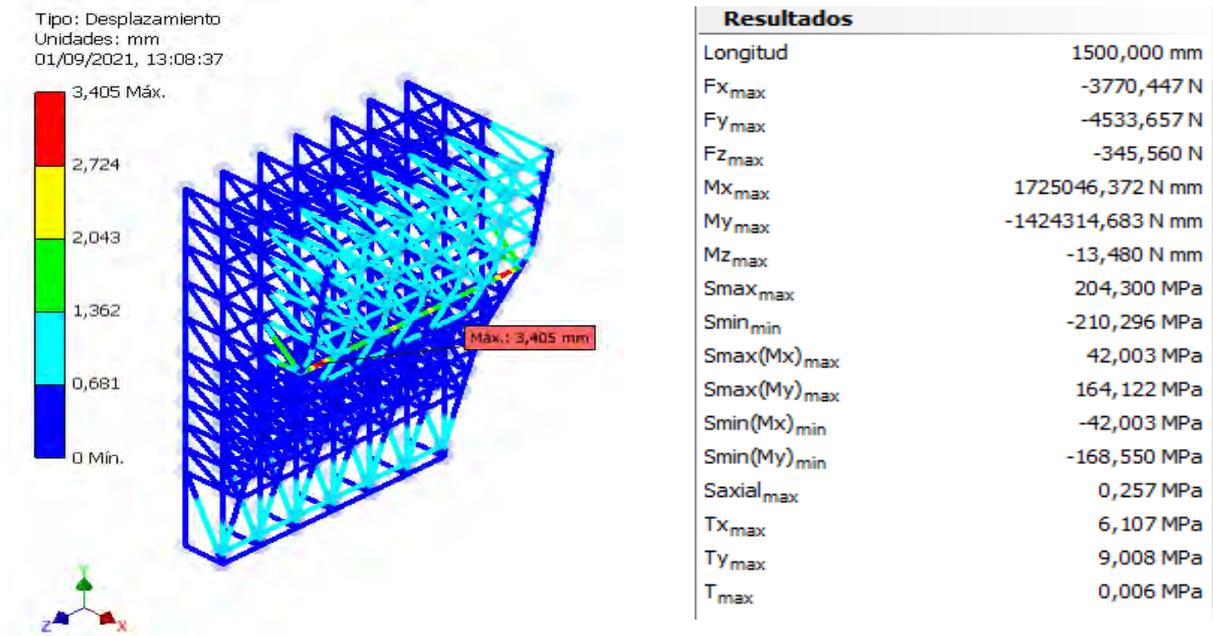


Figura 2.3.8. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Comprobación final.

Vigas principales.

La deformación máxima se da en las vigas principales y la viga que más se deforma se deforma con un valor máximo de 3.405mm, estas vigas según el ELS podían desplazarse 5mm por lo que sigue cumpliendo con el ELS.

La tensión máxima nos sigue dando en las vigas principales con 204.3Mpa de tracción y -210MPa de compresión, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material ($275 \text{ MPa}/1.05 = 262 \text{ MPa}$) se puede comprobar que las vigas siguen cumpliendo con la condición de ELU.

En este caso las vigas siguen cumpliendo los ELU y ELS.

Para las vigas principales: el perfil UPN100 Cumple.

Fuerza axial máxima y Tensión axial máxima.

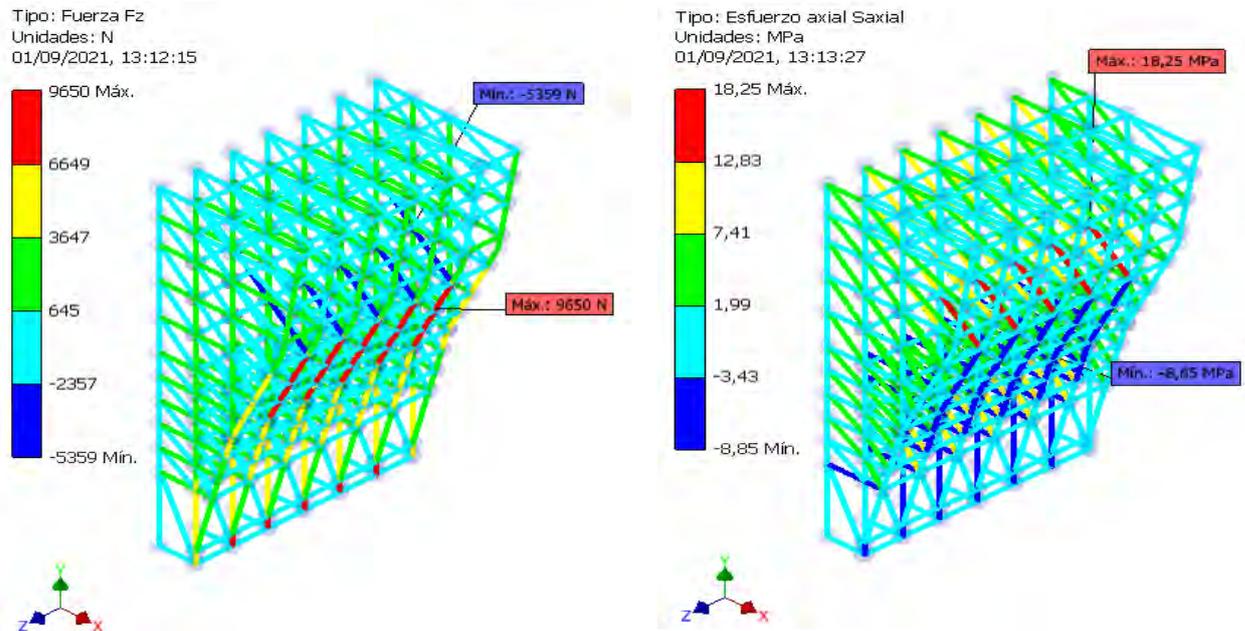


Figura 2.3.9. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Comprobación final.

Pilares.

La fuerza axial máxima que nos da en los pilares tiene un valor de 9.650KN.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{c,RD} = 288KN$ Con lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

En este caso el pilar pandea por el eje débil.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 19.4 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 178KN$$

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{ed} = 9.650 / N_{cr} = 178 = 0.054$$

Por lo que no podrá omitirse el cálculo del pandeo.

Entonces:

$$\lambda = \sqrt{\frac{11 * 10^{-4} * 275^3}{178}} = 1.3$$

Elección de la curva de pandeo, Tabla 35.1.2.b EAE Secciones de perfiles en U, en T y macizas, curva de pandeo “c”

Coefficiente de imperfección, Tabla 35.1.2.a EAE para curva de pandeo “c”,

Entonces:

$$\alpha = 0.49$$

$$\phi = 0.5 * (1 + 0.49 * (1.3 - 0.2) + 1.3^2) = 1.6$$

$$X = \frac{1}{1.6 + \sqrt{1.6^2 - 1.3^2}} = 0.39$$

$$N_{b,RD} = \frac{0.39 * 11 * 10^{-4} * 275 * 10^3}{1.05} = 112Knm$$

Entonces:

$$NEd = 9.650KN \leq N_{b,RD} = 112KN$$

Para los pilares el perfil UPN80 Cumple.

Tirantes.

La fuerza axil máxima Ned que nos da para los tirantes es de 5.359KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75KN$

Entonces

$$NEd = 5.475KN \leq N_{pl,RD} = 75KN$$

Para los tirantes perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Tensión axial máxima.

De la imagen de la figura (2.3.9.), del resultado de la tensión axial máxima obtenido por Autodesk Inventor, podemos destacar dos puntos, el primero es que toda la estructura trabaja adecuadamente y las tensiones se dan en las barras según el diseño deseado, así como, se puede observar que la tensión axial máxima de compresión se da en las vigas transversales, debido a que la sección de estas barras es menor que la sección de los pilares que también trabajan a compresión.

Vigas Transversales.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para vigas transversales es de 2.598KN a compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

Entonces:

$$N_{ed} = 2.598 \text{ KN} / N_{cr} = 60 \text{ KN} = 0.04$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Para las vigas transversales perfil tubular hueco cuadrado 40.2

Con estos resultados tendríamos el módulo 1 de dificultad dimensionado.

ELEMENTO	PERFIL SELECCIONADO
Vigas principales	UPN100
Pilares principales	UPN80
Tirantes	Tubular hueco cuadrado 40.2
Vigas transversales	Tubular hueco cuadrado 40.2

2.3.2.1.2. Dimensionamiento del Módulo de Dificultad 2.

Módulo de Dificultad 2 – Diseño 2 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk Inventor): Se inicia la simulación con perfiles:

- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 80 x 45 para Vigas y Pilares Principales.
- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 para sistemas de arriostramiento.

Este módulo ha sido diseñado para estar equipado con 4 vías, por lo que se realizara la simulación en el caso más desfavorable, 4 usuarios en caída en los puntos de protección más desfavorables.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en las vigas con números de barra 178, 179, 180 y 181 con las cargas 17, 18, 19 y 20, con un ángulo desfavorable de + 12.5 desde el eje vertical.

La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador en caída) se toma en los puntos de protección sucesivos a los escaladores en caída, en las barras 174, 175, 176, 177, con las cargas 21, 22, 23 y 24 con el ángulo más desfavorable +12.6 desde el eje vertical.

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de 0.23N/mm, con las cargas continuas de la 1 a la 45.

Deformación y tensión máxima.

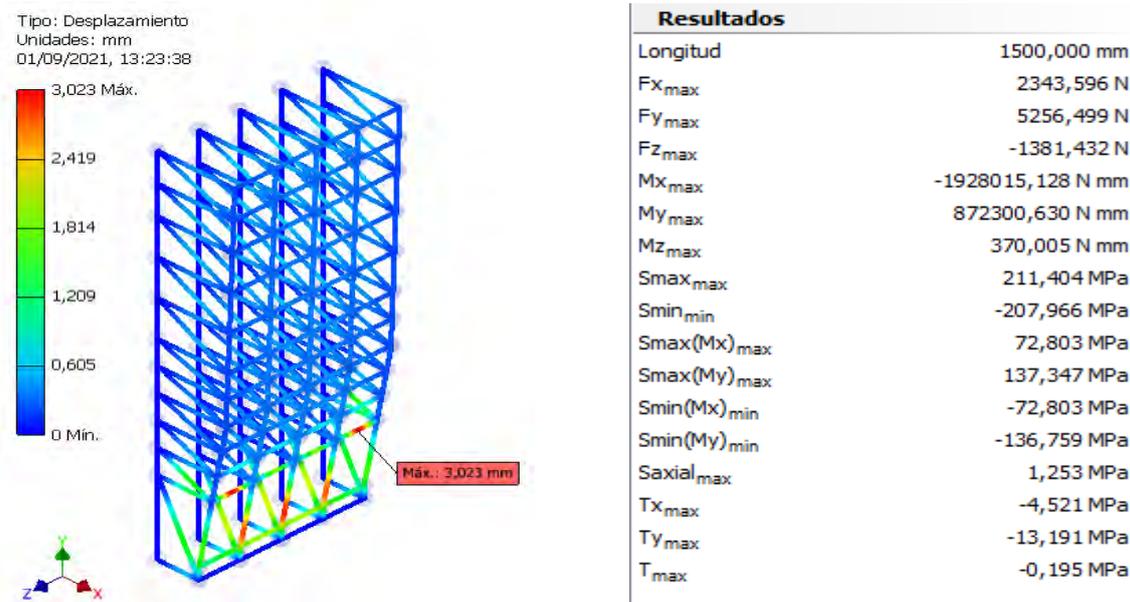


Figura 2.3.10. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Modulo de Dificultad 2.

Vigas principales: Perfiles UPN80.

La deformación máxima se da en las vigas principales y la viga que más se deforma se deforma con un valor máximo de 3.023mm y según indicaciones de la EAE Y el CTE para verificar el ELS tienen que cumplir: Por integridad de los elementos constructivos y apariencia de la obra:

$$ELS = 1500 \text{ mm} / 300 = 5 \text{ mm}$$

La tensión máxima nos sigue dando en las vigas principales con 211.4Mpa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material (275 MPa/1.05 = 262 MPa) se puede comprobar que las vigas siguen cumpliendo con la condición de ELU.

En este caso las vigas siguen cumpliendo los ELU y ELS.

Para las vigas principales: Perfil UPN80.

Fuerza axial máxima y Tensión axial máxima.

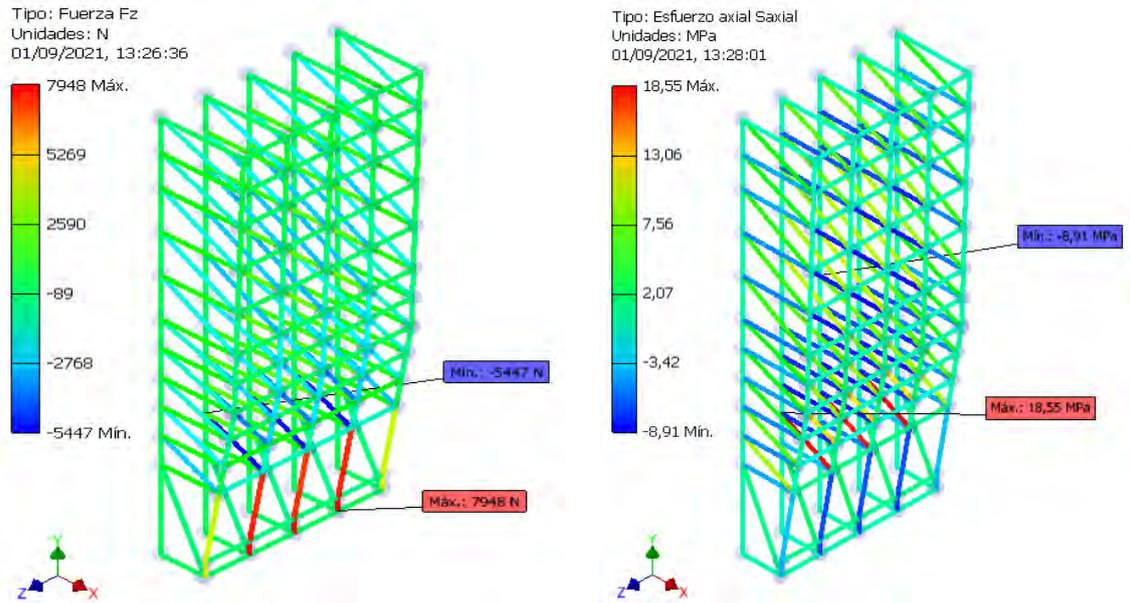


Figura 2.3.11. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de Dificultad 2.

Pilares principales: UPN80.

La fuerza axial máxima que nos da en los pilares tiene un valor de 7.948KN.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{c,RD} = 288KN$ Con lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

En este caso el pilar patea por el eje débil.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 19.4 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 178KN$$

Entonces:

$$N_{ed} = 7.94 / N_{cr} = 178 = 0.045$$

Por lo que no podrá omitirse el cálculo del pandeo.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{b,RD} = 112KN$

Entonces:

$$NEd = 7.948KN \leq N_{b,RD} = 112KN$$

Se cumple.

Para los Pilares Principales: Perfil UPN80.

Tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

La fuerza axil máxima Ned que nos da para los tirantes es de 5.447KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75KN$

Entonces

$$NEd = 5.475KN \leq N_{pl,RD} = 75KN$$

Se cumple.

Para los tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

Tensión Axial Máxima.

De este resultado podemos destacar dos puntos, el primero es que toda la estructura trabaja adecuadamente y las tensiones se dan en las barras según el diseño deseado, así como, se puede observar que la tensión axial máxima de compresión se da en las vigas transversales, debido a que la sección de estas barras es menor que la sección de los pilares que también trabajan a compresión.

Vigas Transversales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axil máxima Ned que nos da para vigas transversales es de 2.616KN en la barra 69, a compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $Ned / Ncr \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

$$Ncr = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

Entonces:

$$N_{Ed} = 2.616 \text{ KN} / N_{cr} = 60 \text{ KN} = 0.04$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Para los tirantes perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Con estos resultados tendríamos el módulo 2 de dificultad dimensionado.

ELEMENTO	PERFIL SELECCIONADO
Vigas principales	UPN80
Pilares principales	UPN80
Tirantes	Tubular hueco cuadrado 40.2
Vigas transversales	Tubular hueco cuadrado 40.2

2.3.2.1.3. Dimensionamiento Modulo de Dificultad 3.

Módulo de Dificultad 3 – Diseño 2 (Hace referencia al proyecto creado en

Autodesk Inventor): Se realiza la simulación con perfiles:

- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 80 x 45 para Vigas y Pilares Principales.
- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 para sistemas de arriostramiento.

Este módulo ha sido diseñado para estar equipado con 3 vías, por lo que se realizara la simulación en el caso más desfavorable, 3 usuarios en caída en los puntos de protección más desfavorables.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en las vigas con números de barra 120, 121, 122, con las cargas 7, 8, y 9, con un ángulo desfavorable de + 12.5 desde el eje vertical.

La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador en caída) se toma en los puntos de protección sucesivos a los escaladores en caída, en las barras 117, 118,

119, con las cargas 13, 14, 15 con el ángulo más desfavorable +12.6 desde el eje vertical.

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de 0.23N/mm, con las cargas continuas de la 1 a la 33.

Deformación y tensión máxima.

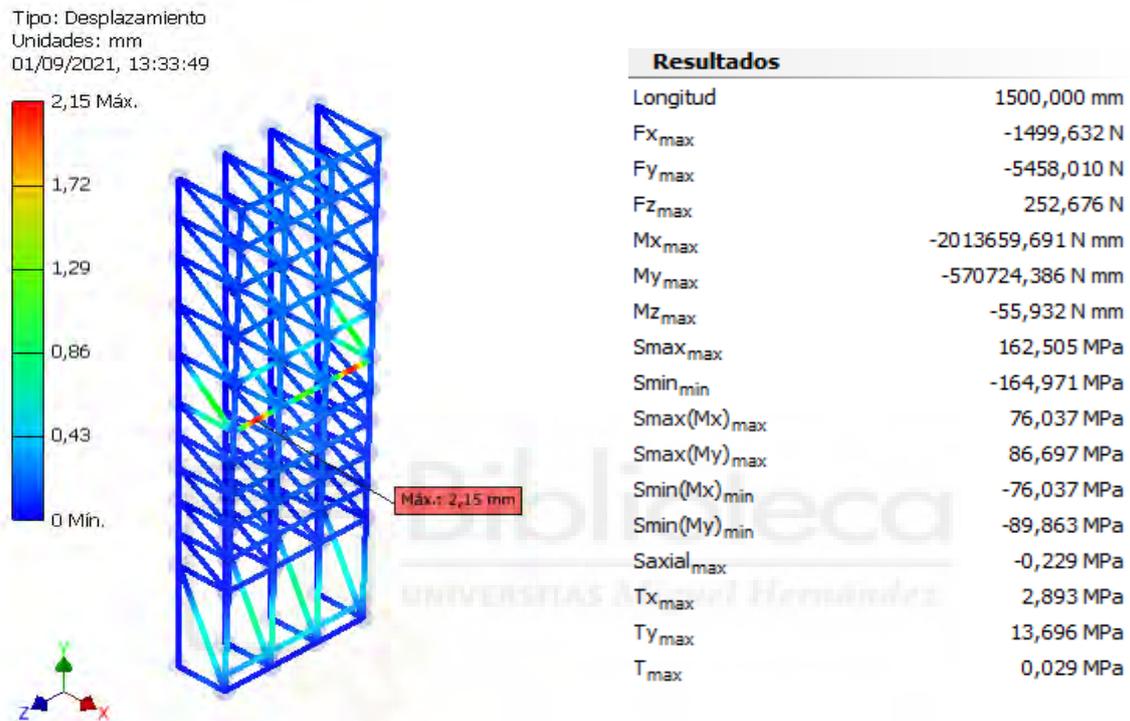


Figura 2.3.12. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Modulo de Dificultad 3.

Vigas principales: UPN80.

La tensión máxima obtenida es de 162.5 MPa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material ($275 \text{ MPa} / 1.05 = 262 \text{ MPa}$) se puede comprobar que cumple con la condición de ELU.

La deformación máxima obtenida es 2.15mm. Para verificar el ELS, se divide la longitud de referencia por 300:

$$\text{ELS} = 1500 \text{ mm} / 300 = 5 \text{ mm}$$

Vigas principales: Perfiles UPN80.

Fuerza axial máxima y tensión axial máxima.

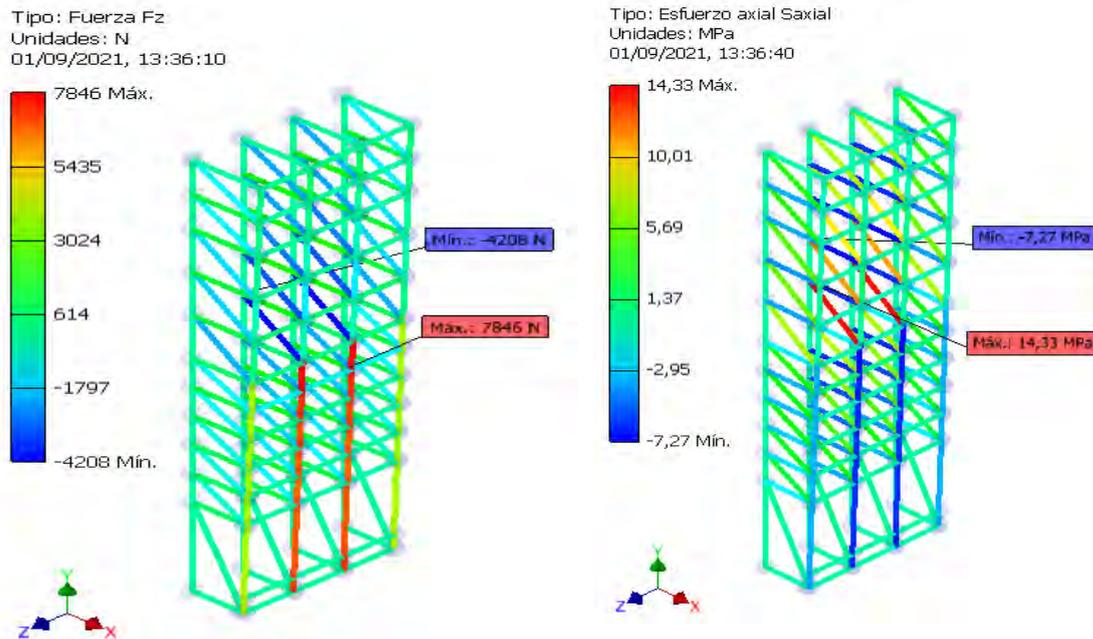


Figura 2.3.13. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de Dificultad 3.

Pilares principales: UPN80.

La fuerza axial máxima que nos da en los pilares tiene un valor de 7.846KN.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{c,RD} = 288KN$ Con lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

En este caso el pilar pandea por el eje débil.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 19.4 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 178KN$$

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{ed} = 7.846 / N_{cr} = 178 = 0.04$$

Por lo que podrá omitirse el cálculo del pandeo.

Para los Pilares Principales: Perfil UPN80.

Tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para los tirantes es de 4.208KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl, RD} = 75KN$

Entonces

$$N_{ed} = 4.208KN \leq N_{pl, RD} = 75KN$$

Cumple.

Vigas Transversales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para vigas transversales es de 2.136KN en la barra 45, a compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c, RD} = 75KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

$$N_{ed} = 2.136 KN / N_{cr} = 60 KN = 0.027$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Cumple.

Con estos resultados tendríamos el módulo 3 de dificultad dimensionado.

ELEMENTO	PERFIL SELECCIONADO
Vigas principales	UPN80
Pilares principales	UPN80
Tirantes	Tubular hueco cuadrado 40.2
Vigas transversales	Tubular hueco cuadrado 40.2

2.3.2.1.4. Dimensionamiento Modulo de Dificultad 4.

Módulo de Dificultad 4 – Diseño 1 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk Inventor): Se realiza la simulación con perfiles:

- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 80 x 45 para Vigas y Pilares Principales.
- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 para sistemas de arriostramiento.

Este módulo ha sido diseñado para estar equipado con 2 vías, por lo que se realizara la simulación en el caso más desfavorable, 2 usuarios en caída en los puntos de protección más desfavorables.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en la viga con números de barra 149, con las cargas 7, y 8, con un ángulo desfavorable de + 12.5 desde el eje vertical.

La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador en caída) se toma en los puntos de protección sucesivos a los escaladores en caída, en la barra 148, con las cargas 10, 11, con el ángulo más desfavorable +12.6 desde el eje vertical.

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de 0.23N/mm, con las cargas continuas de la 1 a la 11.

Deformación y tensión máxima.

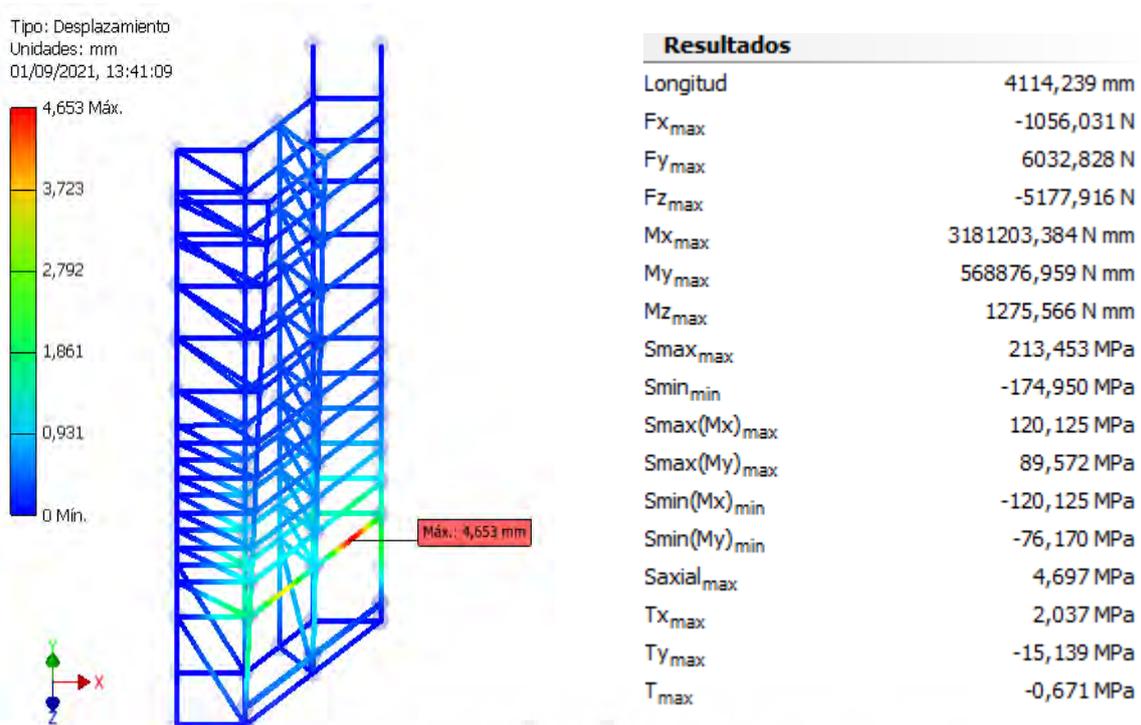


Figura 2.3.14. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Modulo de Dificultad 4.

Vigas principales: UPN80.

La tensión máxima obtenida es de 213.5 MPa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material ($275 \text{ MPa} / 1.05 = 262 \text{ MPa}$) se puede comprobar que cumple con la condición de ELU.

La deformación máxima obtenida es 4.653mm. Para verificar el ELS, se divide la longitud de referencia por 300:

$$ELS = 2057.1195 \text{ mm} / 300 = 6.8 \text{ mm}$$

Cumple.

Vigas principales: Perfiles UPN80.

Fuerza axial máxima y tensión axial máxima.

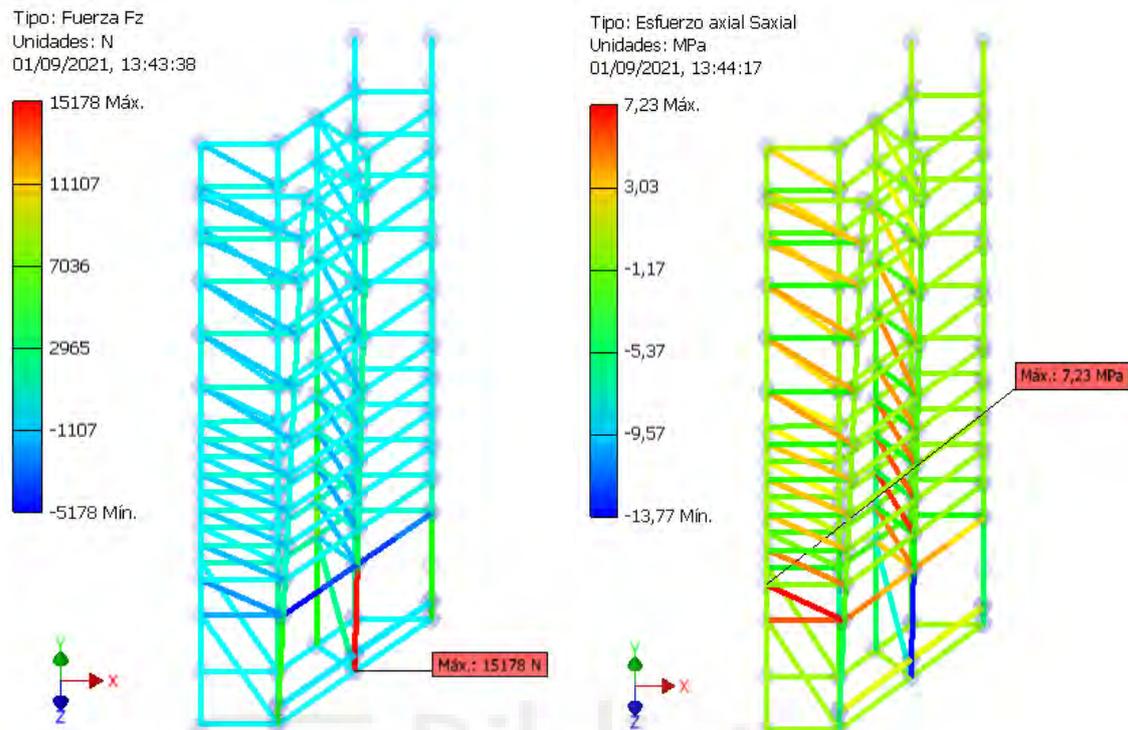


Figura 2.3.15. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de Dificultad 4.

Pilares principales: UPN80.

La fuerza axial máxima que nos da en los pilares tiene un valor de 15.178KN.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{c,RD} = 288KN$ Con lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

En este caso el pilar pandea por el eje débil.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 19.4 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 178KN$$

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{ed} = 15.178KN / N_{cr} = 178KN = 0.085$$

Por lo que no podrá omitirse el cálculo del pandeo.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{b,RD} = 112KN$

Entonces:

$$NEd = 15.178KN \leq N_{b,RD} = 112KN$$

Se cumple.

Para los Pilares Principales: Perfil UPN80.

Tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima de tracción nos da en la barra 6 con un Ned de 2.123KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75KN$

Entonces

$$NEd = 2.123KN \leq N_{pl,RD} = 75KN$$

Se cumple.

Para los tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Vigas Transversales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima Ned que nos da para vigas transversales es de 1.637KN en la barra 5, a compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $Ned / Ncr \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$Ncr = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

$$NEd = 1.637 KN / Ncr = 60 KN = 0.027$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Para los tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Con estos resultados tendríamos el módulo 4 de dificultad dimensionado.

ELEMENTO	PERFIL SELECCIONADO
Vigas principales	UPN80
Pilares principales	UPN80
Tirantes	Tubular hueco cuadrado 40.2
Vigas transversales	Tubular hueco cuadrado 40.2

2.3.1.4.1. Dimensionamiento Modulo de Dificultad 5.

Módulo de Dificultad 5 – Diseño 1 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk Inventor): Se realiza la simulación con perfiles:

- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 80 x 45 para Vigas y Pilares Principales.
- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 para sistemas de arriostramiento.

Este módulo ha sido diseñado para estar equipado con 2 vías, por lo que se realizara la simulación en el caso más desfavorable, 2 usuarios en caída en los puntos de protección más desfavorables.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en la viga con números de barra 81 y 82, con las cargas 3, y 4, con un ángulo desfavorable de + 12.5 desde el eje vertical.

La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador en caída) se toma en los puntos de protección sucesivos a los escaladores en caída, en la barra 79 y 80, con las cargas 1 y 2, con el ángulo más desfavorable +12.6 desde el eje vertical.

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de 0.23N/mm, con las cargas continuas de la 1 a la 22.

Deformación y tensión máxima.

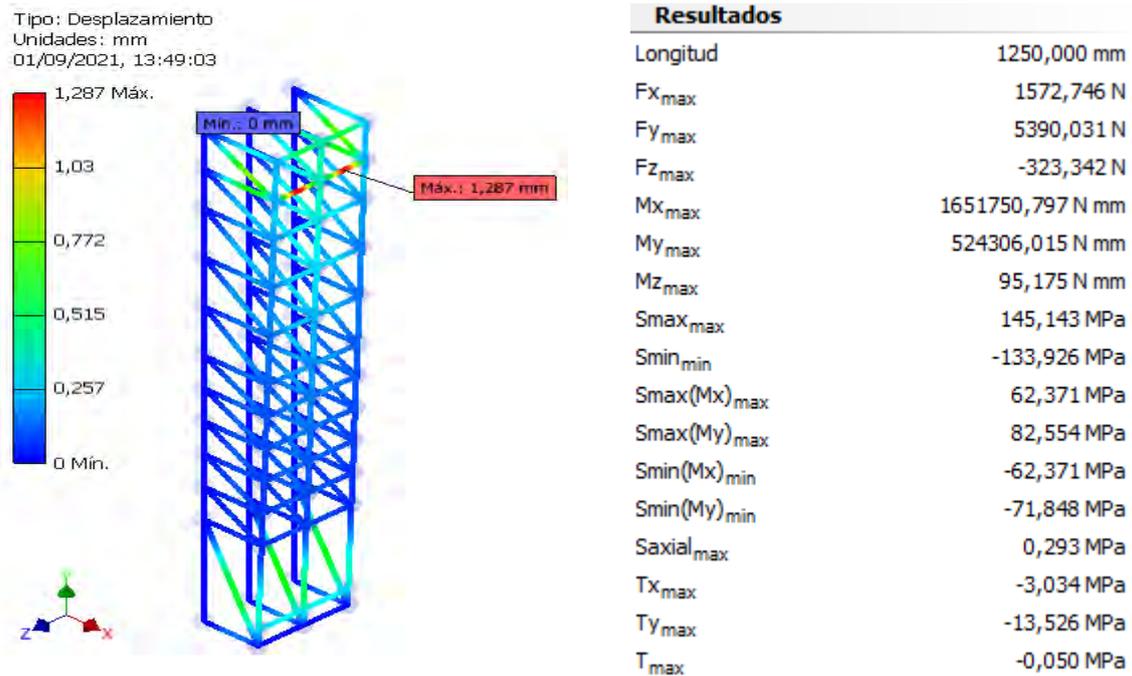


Figura 2.3.16. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Modulo de Dificultad 5.

Vigas principales: Perfiles UPN80.

La tensión máxima nos sigue dando en las vigas principales con 145.1Mpa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material ($275 \text{ MPa} / 1.05 = 262 \text{ MPa}$) se puede comprobar que las vigas siguen cumpliendo con la condición de ELU.

La deformación máxima obtenida es 1.287mm. Para verificar el ELS, se divide la longitud de referencia por 300:

$$ELS = 1250 \text{ mm} / 300 = 4.16 \text{ mm}$$

Vigas principales: Perfiles UPN80.

Fuerza axial máxima y tensión axial máxima.

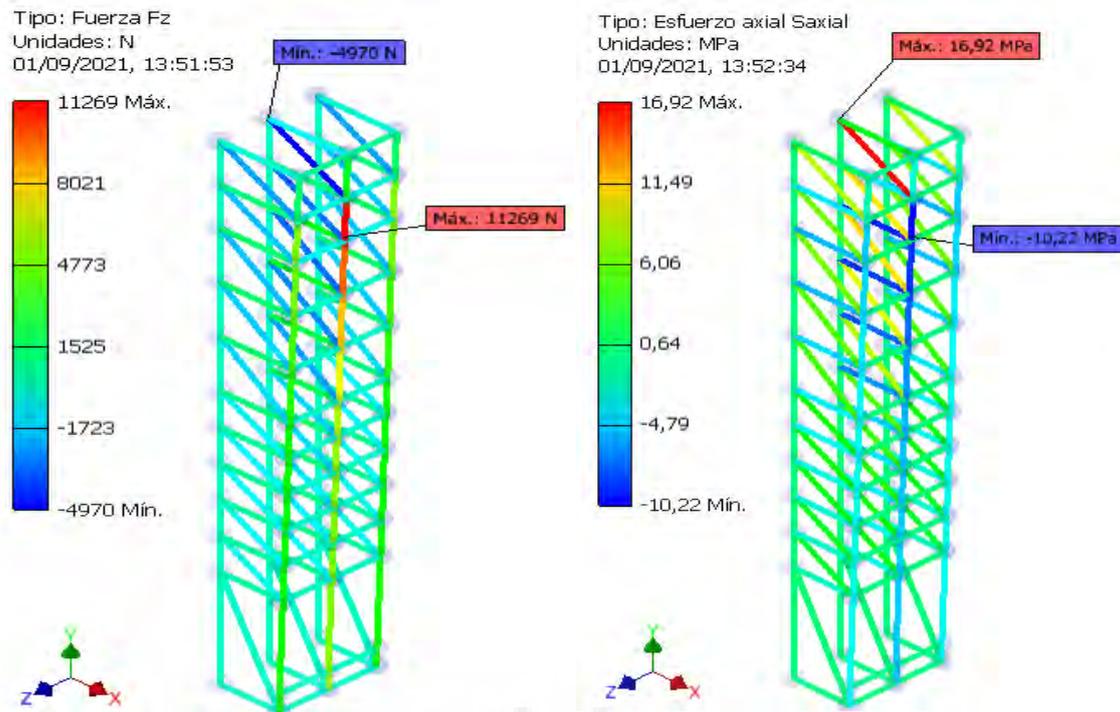


Figura 2.3.17. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de Dificultad 5.

Pilares principales: UPN80.

La fuerza axial máxima que nos da en los pilares tiene un valor de 11.269KN.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{c,RD} = 288KN$ Con lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

En este caso el pilar pandea por el eje débil.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 19.4 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 178KN$$

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{ed} = 11.269KN / N_{cr} = 178KN = 0.06$$

Por lo que no podrá omitirse el cálculo del pandeo.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{b,RD} = 112KN$

Entonces:

$$NEd = 11.269KN \leq N_{b,RD} = 112KN$$

Se cumple.

Para los Pilares Principales: Perfil UPN80.

Tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima Ned que nos da para los tirantes es de 4.970KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75KN$

Entonces

$$NEd = 2.123KN \leq N_{pl,RD} = 75KN$$

Se cumple.

Para los tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

Vigas Transversales.

La fuerza axial máxima Ned que nos da para vigas transversales es de 2.709KN en la barra 47, a compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $Ned / Ncr \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$Ncr = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

$$NEd = 2.709 KN / Ncr = 60 KN = 0.04$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Para los tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Con estos resultados tendríamos el módulo 5 de dificultad dimensionado.

ELEMENTO	PERFIL SELECCIONADO
Vigas principales	UPN80
Pilares principales	UPN80
Tirantes	Tubular hueco cuadrado 40.2
Vigas transversales	Tubular hueco cuadrado 40.2

2.3.1.5. Dimensionamiento de los Módulos de Boulder.

Se decide elegir perfiles de sección hueca cuadrada para el diseño de los módulos de Boulder. Más adelante, se dimensionarán convenientemente estos perfiles.

Una vez simuladas las estructuras en el programa, se definen las hipótesis de carga y se asigna a cada barra las cargas correspondientes:

- Para el cálculo de la integridad y la estabilidad estructural de un muro de escalada, se aplica la carga de sustitución por metro cuadrado (0.4KN) que se describe en la tabla A.1 en todas las zonas más desfavorables del muro de escalada. [4].
- Se añade la carga de un escalador (0,8 kN) en el punto más desfavorable. [4]
- se añaden todas las cargas desfavorables producidas por los escaladores que están de pie [4]

En nuestra estructura no hay lugares para ponerse de pie, la tercera carga no se tomará en cuenta. [4].

Para elegir los puntos más desfavorables se van colocando las cargas en diferentes zonas, y comprobando los puntos con mayor sollicitación.

Estas cargas se aplican en el centro de las vigas.

2.3.1.5.1. Dimensionamiento del Módulo de Boulder 1.

Boulder Modulo 1 – Diseño 1 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk Inventor): Se inicia la simulación con perfiles:

- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en la viga con número de barra 65, con las cargas 7, y 8 (Cargas de sustitución)

Añadimos la carga del escalador en el punto más desfavorable de la barra 65 con la carga 9.

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de 0.23N/mm, con las cargas continuas de la 1 a la 4.

Deformación y tensión máxima.

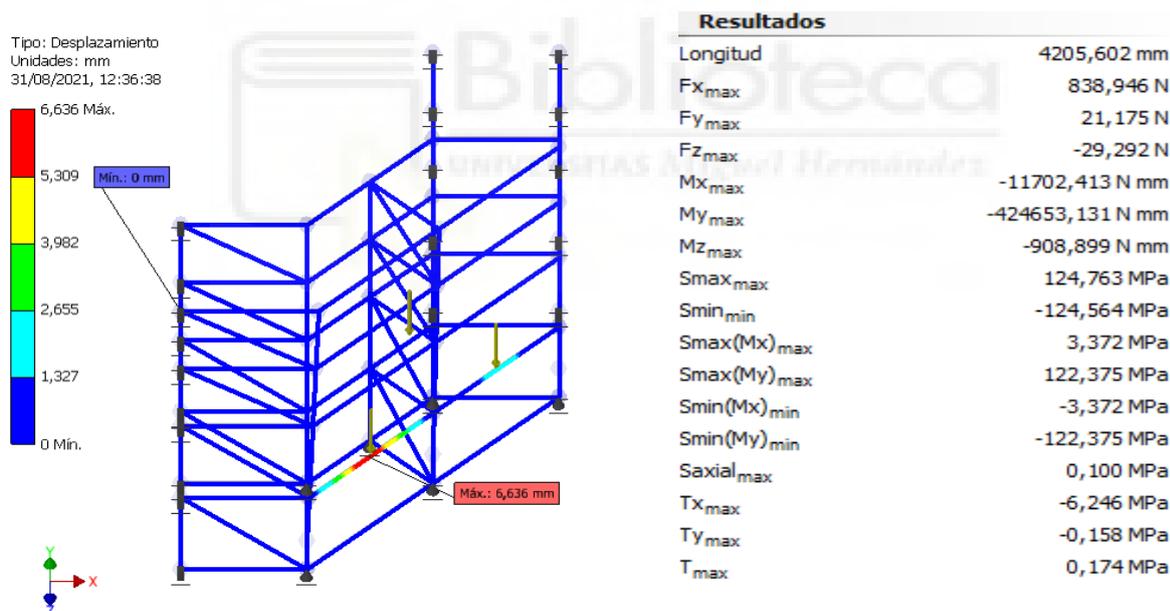


Figura 2.3.18. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Modulo de Boulder 1.

Vigas principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La tensión máxima nos da en las vigas principales con 124.7Mpa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material ($275 \text{ MPa}/1.05 = 262 \text{ MPa}$) se puede comprobar que las vigas siguen cumpliendo con la condición de ELU.

La deformación máxima obtenida es 6.636mm. Para verificar el ELS, se divide la longitud de referencia por 300:

$$ELS = 2102.801\text{mm} / 300 = 7 \text{ mm.}$$

Cumple.

Vigas principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

Fuerza axial máxima y tensión axial máxima.

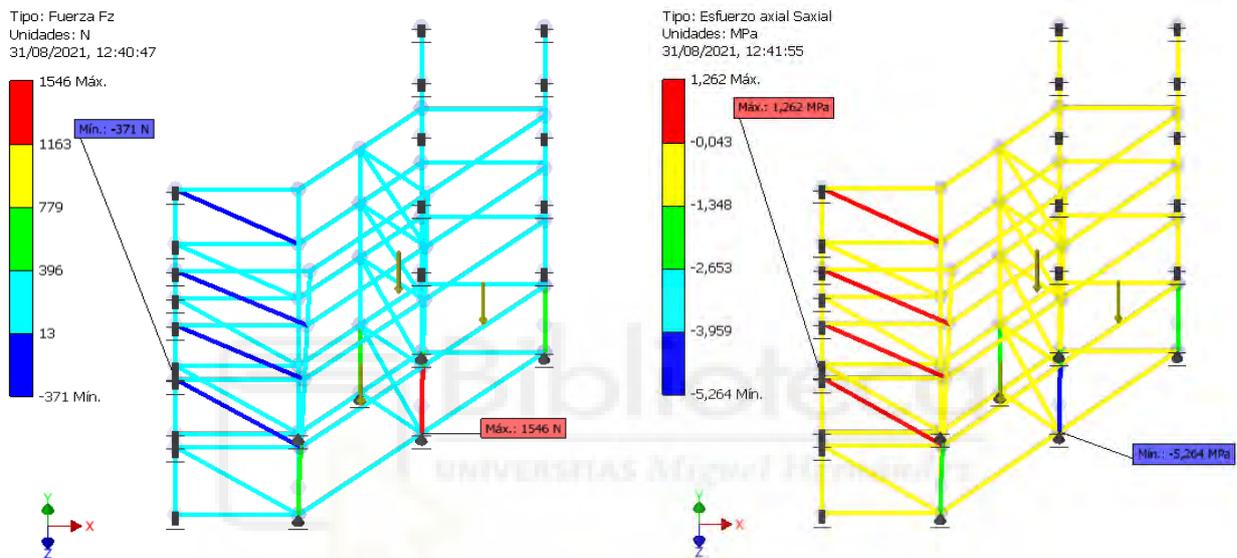


Figura 2.3.19. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de Boulder 1.

Pilares principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima que nos da en los pilares tiene un valor de 1.546KN de compresión.

Dimensionamos la viga para ELU: Estado Limite de Resistencia de las Secciones.

Esfuerzo axial de compresión: El valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión N_{Ed} deberá cumplir para cualquier sección transversal:

$$N_{Ed} \leq N_{c,Rd}$$

Siendo:

N_{Ed} Valor de cálculo del esfuerzo axial.

$N_{c,Rd}$ Resistencia de cálculo de la sección a compresión.

La resistencia de cálculo de la sección para un esfuerzo axial de compresión $N_{c,Rd}$ se obtendrá mediante las siguientes expresiones:

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{para secciones de clase 1, 2 ó 3.}$$

Entonces:

$$N_{c,Rd} = \frac{2.9 \cdot 10^{-4} m^2 \cdot 275 \cdot 10^3 KN/m^2}{1.05} = 75 KN$$

$$N_{Ed} = 1.546 KN \leq N_{c,Rd} = 75 KN$$

Cumple.

Estado Limite de Inestabilidad (Resistencia de las barras).

Elementos sometidos a compresión (Pandeo de elementos de sección constante):

Para elementos sometidos a compresión, el valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión N_{Ed} deberá verificar:

$$N_{Ed} \leq N_{b,Rd}$$

Donde:

N_{Ed} Valor de cálculo del esfuerzo axial de compresión.

$N_{b,Rd}$ Resistencia de cálculo a pandeo del elemento comprimido.

Según la EAE para relaciones $N_{Ed}/N_{cr} \leq 0,04$ podrá omitirse la comprobación frente a pandeo, teniéndose que llevar a cabo únicamente la comprobación resistente de la sección transversal.

N_{cr} = Esfuerzo axial crítico elástico para el modo de pandeo considerado, obtenido con las características de la sección transversal bruta.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_{cr}^2}$$

- EI la rigidez a flexión del elemento en el plano de pandeo por flexión considerado.
- L_{cr} la longitud de pandeo en el plano considerado.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

Según la EAE ara relaciones $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podrá omitirse la comprobación frente a pandeo, teniéndose que llevar a cabo únicamente la comprobación resistente de la sección transversal.

Entonces:

$$N_{Ed} = 1.546 KN / N_{cr} = 60 KN = 0.026$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

El perfil seleccionado será: Tubular hueco cuadrado 40.2

Tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axil máxima N_{ed} que nos da para los tirantes es de 0.37KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75KN$

Entonces

$$N_{Ed} = 2.123KN \leq N_{pl,RD} = 75KN$$

Se cumple.

Para los tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Vigas Transversales.

La fuerza axil máxima N_{ed} que nos da para vigas transversales es de 0.26KN en la barra 11 de compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{b,RD} = 75KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

$$NEd = 0.26 \text{ KN} / N_{cr} = 60 \text{ KN} = 0.004$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Con esto tendríamos la estructura de Boulder Modulo 1 dimensionada con Perfiles tubular hueco cuadrado 40.2 para toda la estructura.

2.3.1.5.2. Dimensionamiento del Módulo de Boulder 2.

Boulder Modulo 2 – Diseño 1 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk

Inventor): Se inicia la simulación con perfiles:

- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en las vigas con números de barra 49, 50 y 51 con las cargas 1, 2 y 3 de 600N (Cargas de sustitución).

Añadimos la carga del escalador en el punto más desfavorable de la barra 51 con la carga 13 de 1200N.

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de 0.23N/mm, con las cargas continuas de la 1 a la 12.

Deformación y tensión máxima.

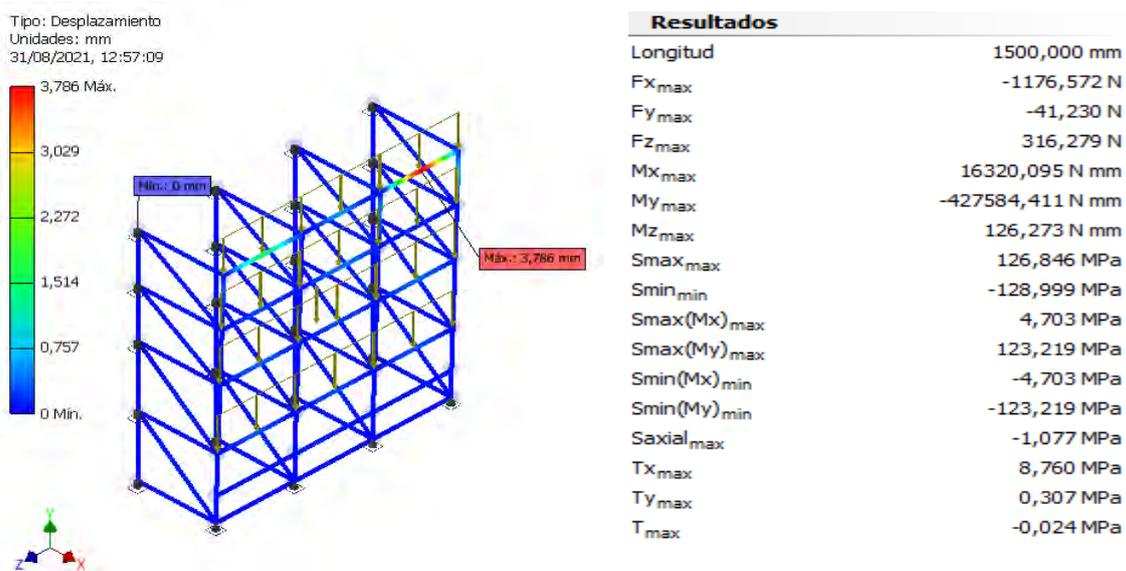


Figura 2.3.20. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Modulo de Boulder 2.

Vigas principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La tensión máxima nos da en las vigas principales con -128.9Mpa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material ($275 \text{ MPa}/1.05 = 262 \text{ MPa}$) se puede comprobar que las vigas siguen cumpliendo con la condición de ELU.

La deformación máxima obtenida es 3.786mm. Para verificar el ELS, se divide la longitud de referencia por 300:

$$\text{ELS} = 1500\text{mm} / 300 = 5 \text{ mm.}$$

Cumple.

Vigas principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

Fuerza axial máxima y tensión axial máxima.

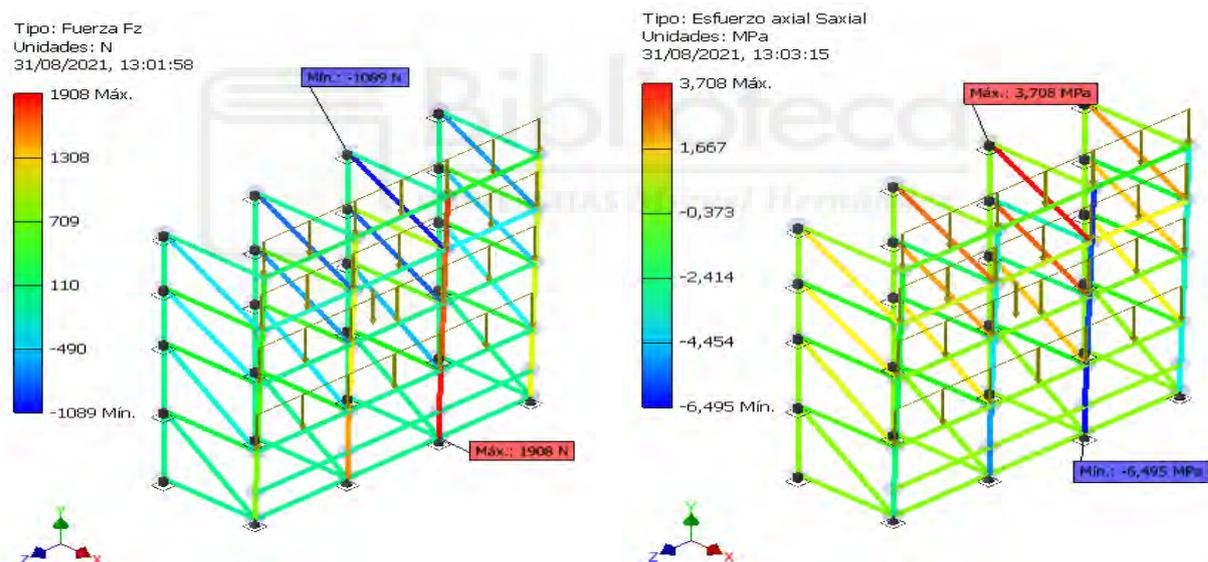


Figura 2.3.21. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de Boulder 2.

Pilares principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para los pilares es de 1.908KN de compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75\text{KN}$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

$$N_{Ed} = 1.908 KN / N_{cr} = 60 KN = 0.03$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Para los pilares: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima N_{Ed} que nos da para los tirantes es de 1.089KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75KN$

Entonces

$$N_{Ed} = 2.123KN \leq N_{pl,RD} = 75KN$$

Se cumple.

Para los tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Vigas Transversales.

La fuerza axial máxima N_{Ed} que nos da para vigas transversales es de 1KN en la barra 31, a compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{Ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

$$N_{Ed} = 1 KN / N_{cr} = 60 KN = 0.0016$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Perfil tubular hueco para toda la estructura de Boulder Modulo 2.

2.3.1.5.3. Dimensionamiento del Módulo de Boulder 3.

Boulder Modulo 3 – Diseño 1 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk Inventor): Se inicia la simulación con perfiles:

- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en las vigas con números de barra 66, 67, 68 y 69 con las cargas 1, 2, 3 y 4 de 600N (Cargas de sustitución).

Añadimos la carga del escalador en el punto más desfavorable de la barra 66 con la carga 13 de 1200N.

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de 0.23N/mm, con las cargas continuas de la 1 a la 17.

Deformación y tensión máxima.

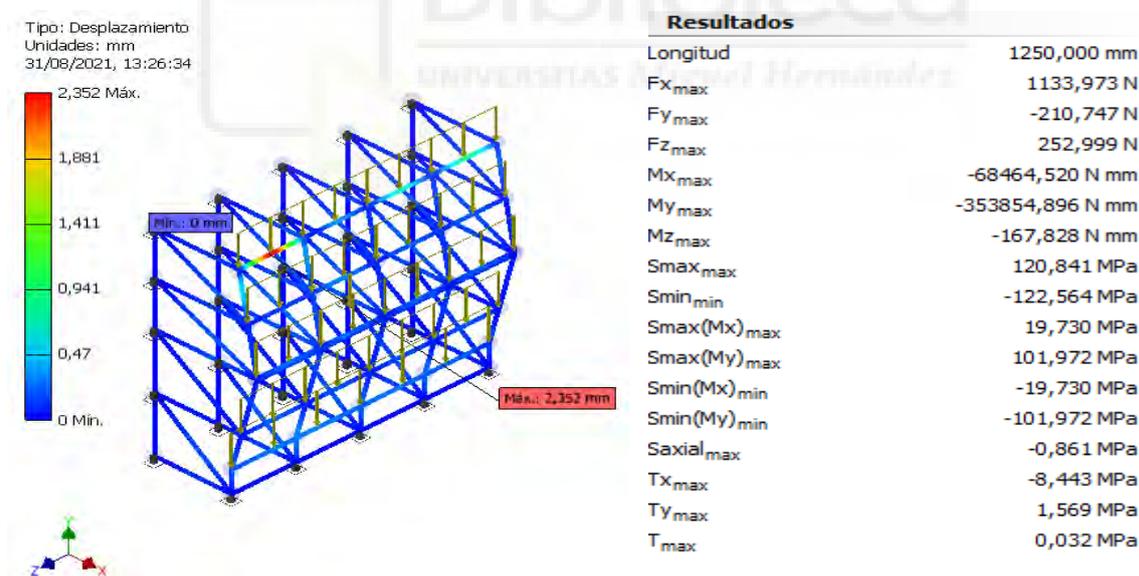


Figura 2.3.22. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Modulo de Boulder 3.

Vigas principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La tensión máxima nos da en las vigas principales con -122.6Mpa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material (275 MPa/1.05 = 262 MPa) se puede comprobar que las vigas siguen cumpliendo con la condición de ELU.

La deformación máxima obtenida es 2.352mm. Para verificar el ELS, se divide la longitud de referencia por 300:

$$ELS = 1250\text{mm} / 300 = 4.16 \text{ mm.}$$

Cumple.

Vigas principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

Fuerza axial máxima y tensión axial máxima.

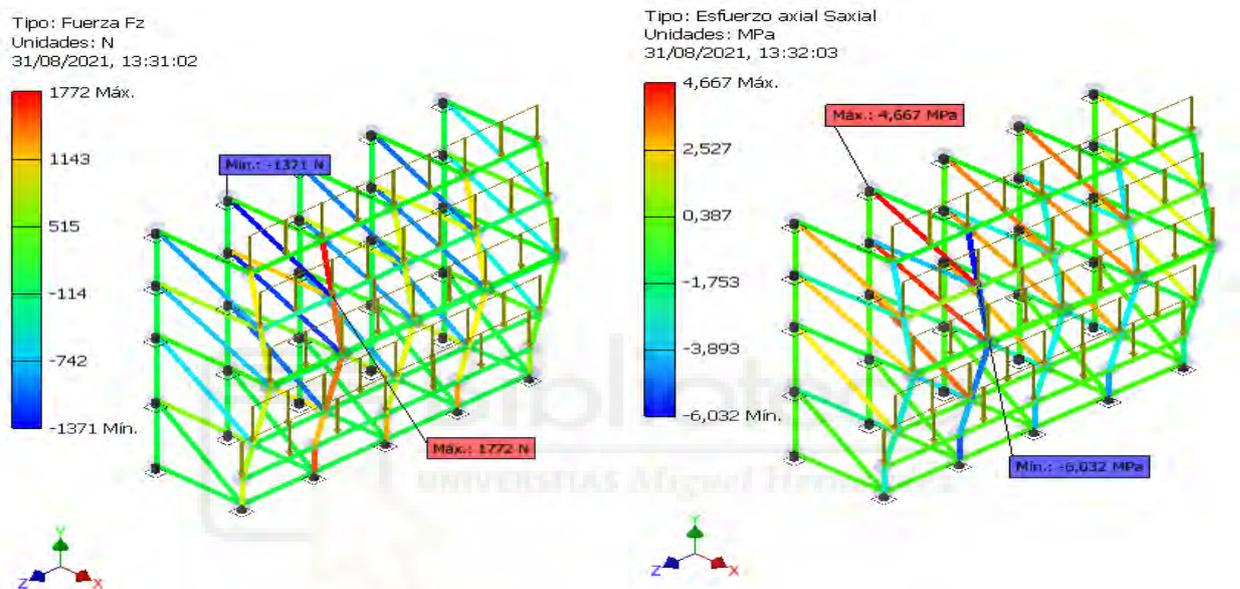


Figura 2.3.23. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de Boulder 3.

Pilares principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para los pilares es de 1.772KN de compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75\text{KN}$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60\text{KN}$$

$$N_{ed} = 1.772 \text{ KN} / N_{cr} = 60 \text{ KN} = 0.029$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Para los pilares: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para los tirantes es de 1.371KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75KN$

Entonces

$$N_{ed} = 2.123KN \leq N_{pl,RD} = 75KN$$

Se cumple.

Para los tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Vigas Transversales.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para vigas transversales es de 1.152KN en la barra 21 de compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

$$N_{ed} = 1.152 KN / N_{cr} = 60 KN = 0.019$$

Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2. para toda la estructura de Boulder Modulo 3.

2.3.1.5.4. Dimensionamiento del Módulo de Boulder 4.

Boulder Modulo 4 – Diseño 1 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk Inventor): Se inicia la simulación con perfiles:

- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en las vigas con números de barra 71, 72, 73 y 74 con las cargas 1, 2, 3 y 4 de 600N (Cargas de sustitución).

Añadimos la carga del escalador en el punto más desfavorable de la barra 71 con la carga 9 de 1200N.

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de 0.23N/mm, con las cargas continuas de la 1 a la 21.

Deformación y tensión máxima.

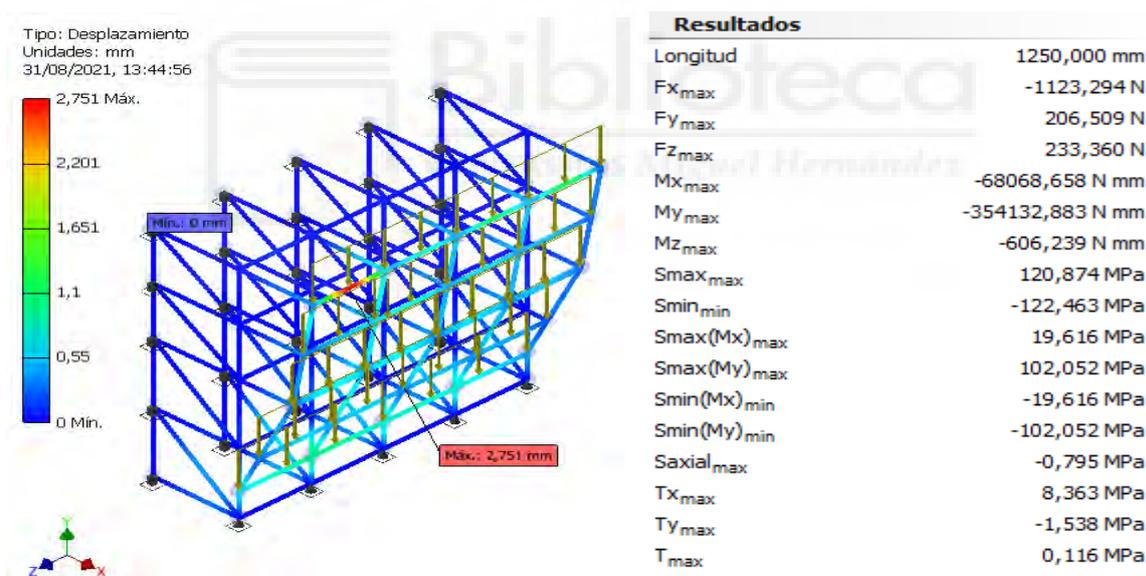


Figura 2.3.24. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Modulo de Boulder 4.

Vigas principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La tensión máxima nos da en las vigas principales con -122.463Mpa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material ($275 \text{ MPa}/1.05 = 262 \text{ MPa}$) se puede comprobar que las vigas siguen cumpliendo con la condición de ELU.

La deformación máxima obtenida es 2.751mm. Para verificar el ELS, se divide la longitud de referencia por 300:

$$ELS = 1250\text{mm} / 300 = 4.16 \text{ mm.}$$

Cumple.

Vigas principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

Fuerza axial máxima y tensión axial máxima.

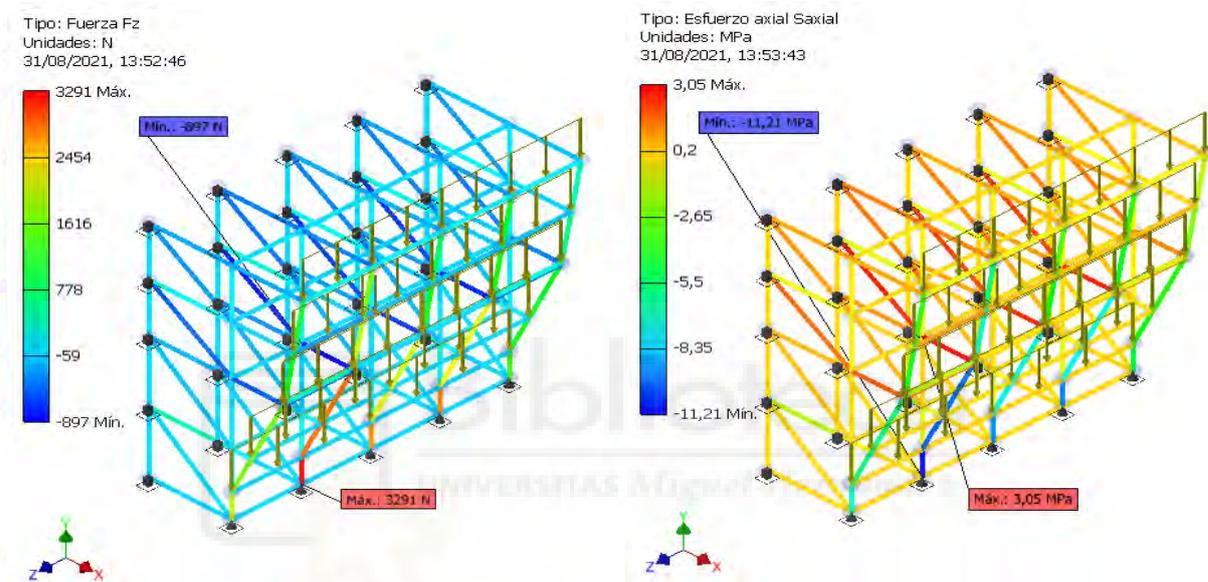


Figura 2.3.25. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de Boulder 4.

Pilares principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para los pilares es de 3.291KN de compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75\text{KN}$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60\text{KN}$$

$$N_{ed} = 3.291\text{KN} / N_{cr} = 60 \text{ KN} = 0.055$$

Por lo que no podrá omitirse el cálculo del pandeo.

Entonces:

$$\lambda = \sqrt{\frac{2.9 * 10^{-4} * 275 * 10^3}{60}} = 1.15$$

Elección de la curva de pandeo, Tabla 35.1.2.b EAE Secciones de perfiles huecos, Conformados en frío, curva de pandeo “c”

Coefficiente de imperfección, Tabla 35.1.2.a EAE para curva de pandeo “c”,

Entonces:

$$\alpha = 0.49$$

$$\phi = 0.5 * (1 + 0.49 * (1.15 - 0.2) + 1.15^2) = 1.4$$

$$X = \frac{1}{1.4 + \sqrt{1.4^2 - 1.15^2}} = 0.45$$

$$N_{b,RD} = \frac{0.45 * 11 * 10^{-4} * 275 * 10^3}{1.05} = 129Knm$$

Entonces:

$$NEd = 3.291KN \leq N_{b,RD} = 129KN$$

Para los pilares: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Tirantes y vigas transversales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

En este caso tirantes y vigas transversales trabajan a tracción.

La fuerza axial máxima Ned que nos da para los tirantes y las vigas transversales es de 0.897KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75KN$

$$NEd = 2.123KN \leq N_{pl,RD} = 75KN$$

2.3.1.5.5. Dimensionamiento del Módulo de Boulder 5.

Boulder Modulo 5 – Diseño 1 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk Inventor): Se inicia la simulación con perfiles:

- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en las vigas con números de barra 87, 88, 89 y 90 con las cargas 1, 2, 3 y 4 de 600N (Cargas de sustitución).

Añadimos la carga del escalador en el punto más desfavorable de la barra 90 con la carga 13 de 1200N.

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de 0.23N/mm, con las cargas continuas de la 1 a la 21.

Deformación y tensión máxima.

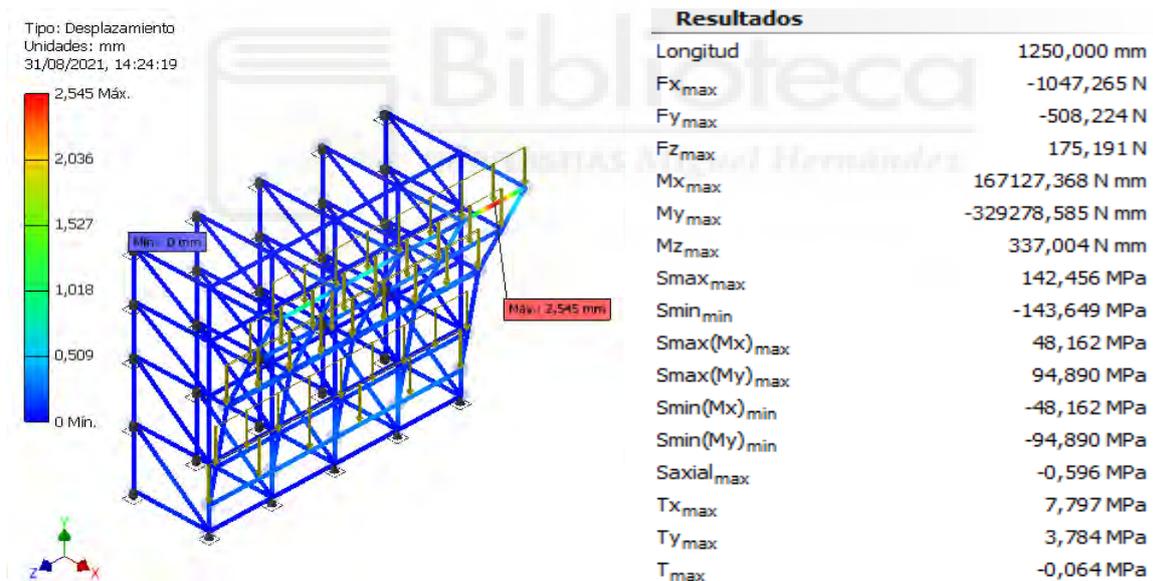


Figura 2.3.26. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Modulo de Boulder 5.

Vigas principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La tensión máxima nos da en las vigas principales con -143.649Mpa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material (275 MPa/1.05 = 262 MPa) se puede comprobar que las vigas siguen cumpliendo con la condición de ELU.

La deformación máxima obtenida es 2.545mm. Para verificar el ELS, se divide la longitud de referencia por 300:

$$ELS = 1250\text{mm} / 300 = 4.16 \text{ mm.}$$

Cumple.

Vigas principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

Fuerza axial máxima y tensión axial máxima.

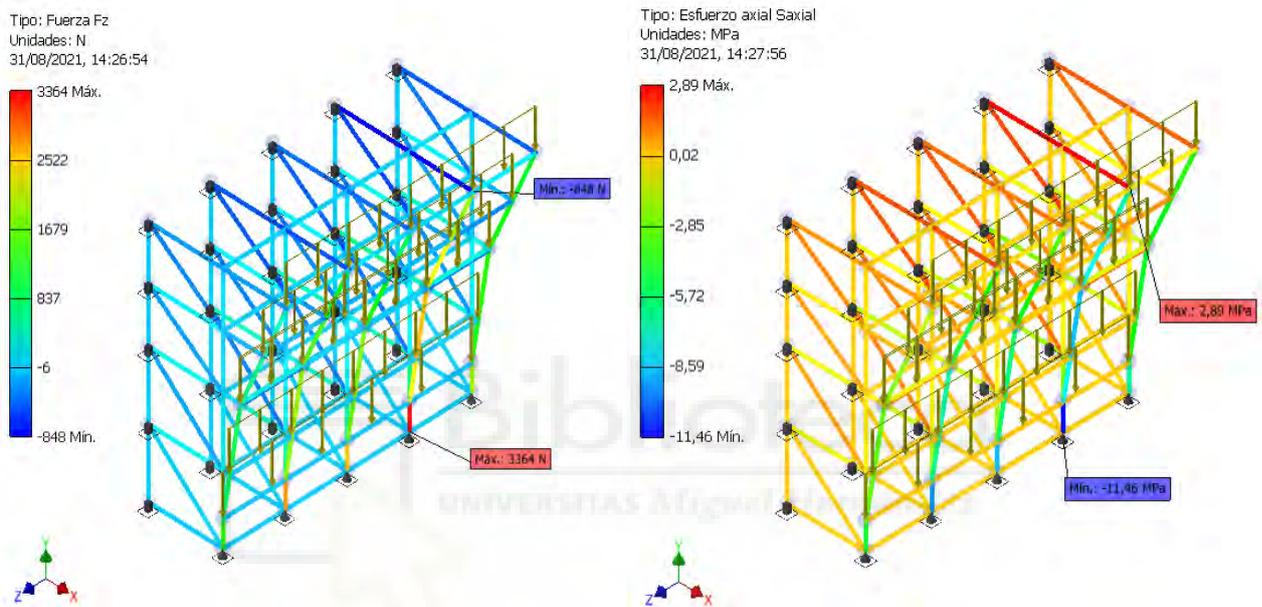


Figura 2.3.27. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de Boulder 5.

Pilares principales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para los pilares es de 3.364KN de compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75\text{KN}$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60\text{KN}$$

$$N_{ed} = 3.364\text{KN} / N_{cr} = 60 \text{ KN} = 0.056$$

Por lo que no podrá omitirse el cálculo del pandeo.

Para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{b,RD} = 129KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de Inestabilidad.

Para los pilares: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Tirantes y vigas transversales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

En este caso tirantes y vigas transversales trabajan a tracción.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para los tirantes y las vigas transversales es de 0.848KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75KN$

Entonces

$$N_{ed} = 2.123KN \leq N_{pl,RD} = 75KN$$

Se cumple.

Para los tirantes y las vigas transversales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Para todos los módulos de Boulder:

ELEMENTO	PERFIL SELECCIONADO
Vigas principales	Tubular hueco cuadrado 40.2
Pilares principales	Tubular hueco cuadrado 40.2
Tirantes	Tubular hueco cuadrado 40.2
Vigas transversales	Tubular hueco cuadrado 40.2

2.3.1.6. Dimensionamiento del Módulo de Velocidad.

Se decide elegir perfiles en U Normal (UPN) para las vigas y pilares principales y perfiles de sección Hueca Cuadrada para el sistema de arriostramiento, tirantes y vigas transversales. Más adelante, se dimensionarán convenientemente estos perfiles.

Una vez simuladas las estructuras en el programa, se definen las hipótesis de carga y se asigna a cada barra las cargas correspondientes:

- Se deben aplicar las cargas de un escalador en caída en el punto de protección más desfavorable. [3]
- La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador) se debe tomar en el punto de protección más desfavorable de cada punto de protección sucesivo a cada lado de un escalador en caída. [3]
- Estas cargas se deben tomar en el ángulo más desfavorable entre $\pm 12,5^\circ$ desde el eje vertical.[3]
- Para el cálculo de la integridad y la estabilidad estructural como muro de velocidad, se ha introducido la carga de un escalador en cada más la carga del equipo de escalada en el punto de protección superior donde ira anclada el sistema de auto aseguramiento.

Para la verificación se debe utilizar la siguiente combinación: [3]

$$\gamma_G G_k + \gamma_Q Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_i \gamma_Q Q_{k,i}$$

Se van a utilizar los siguientes factores de seguridad parcial para los efectos: [3]

- γ_G 1,0 para los efectos favorables;
- γ_G 1,35 para los efectos desfavorables;
- γ_Q 1,5 para los efectos desfavorables.

En caso de varios efectos variables, se puede utilizar el método de cálculo simplificado con el factor combinatorio siguiente: [3]

- $\Psi = 0,8$.

Módulo de Velocidad – Diseño 1 (Hace referencia al proyecto creado en Autodesk Inventor): Se realiza la simulación con perfiles:

- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 80 x 45 para Vigas y Pilares Principales.
- Perfiles huecos cuadrados NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 para sistemas de arriostramiento.

Este módulo ha sido diseñado para estar equipado con 4 vías, por lo que se realizara la simulación en el caso más desfavorable, 4 usuarios en caída en los puntos de protección más desfavorables.

Después de realizar varias iteraciones para comprobar los puntos de protección más desfavorables nos dan en la viga con números de barra 135, 136, 137 y 138, con las cargas 4, 5, 6, 7 y 8 con un ángulo desfavorable de + 12.5 desde el eje vertical.

La carga del equipo de escalada (2 veces la carga de un escalador en caída) se toma en los puntos de protección sucesivos a los escaladores en caída, en la barra 131, 132, 133 y 134, con las cargas 1, 2, 3 y 4 con el ángulo más desfavorable +12.5 desde el eje vertical.

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de 0.23N/mm, con las cargas continuas de la 1 a la 44.

Deformación y tensión máxima.

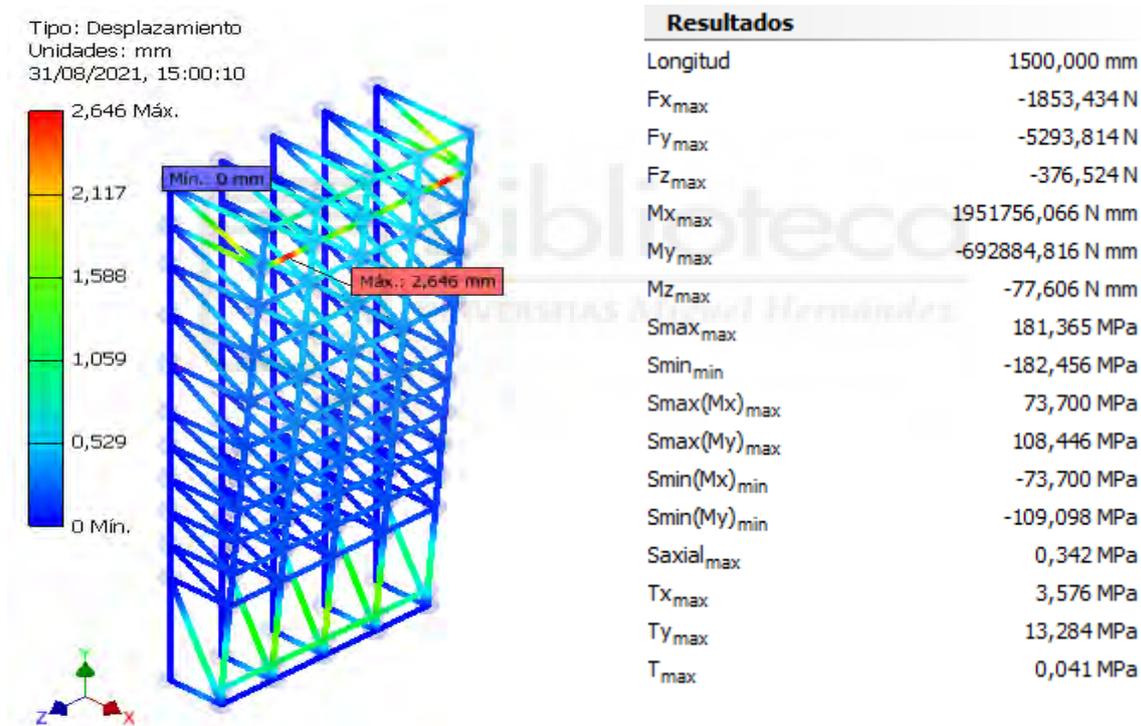


Figura 2.3.28. Deformación y resultados de la barra más solicitada – Modulo de Velocidad.

Vigas principales: Perfiles UPN80.

La tensión máxima nos sigue dando en las vigas principales con 181.4Mpa, dividiendo la resistencia del material por el factor de seguridad del material ($275 \text{ MPa}/1.05 = 262 \text{ MPa}$) se puede comprobar que las vigas siguen cumpliendo con la condición de ELU.

La deformación máxima obtenida es 2.646mm. Para verificar el ELS, se divide la longitud de referencia por 300:

$$ELS = 1500\text{mm} / 300 = 5 \text{ mm}$$

Cumple.

Vigas principales: Perfiles UPN80.

Fuerza axial máxima y tensión axial máxima.

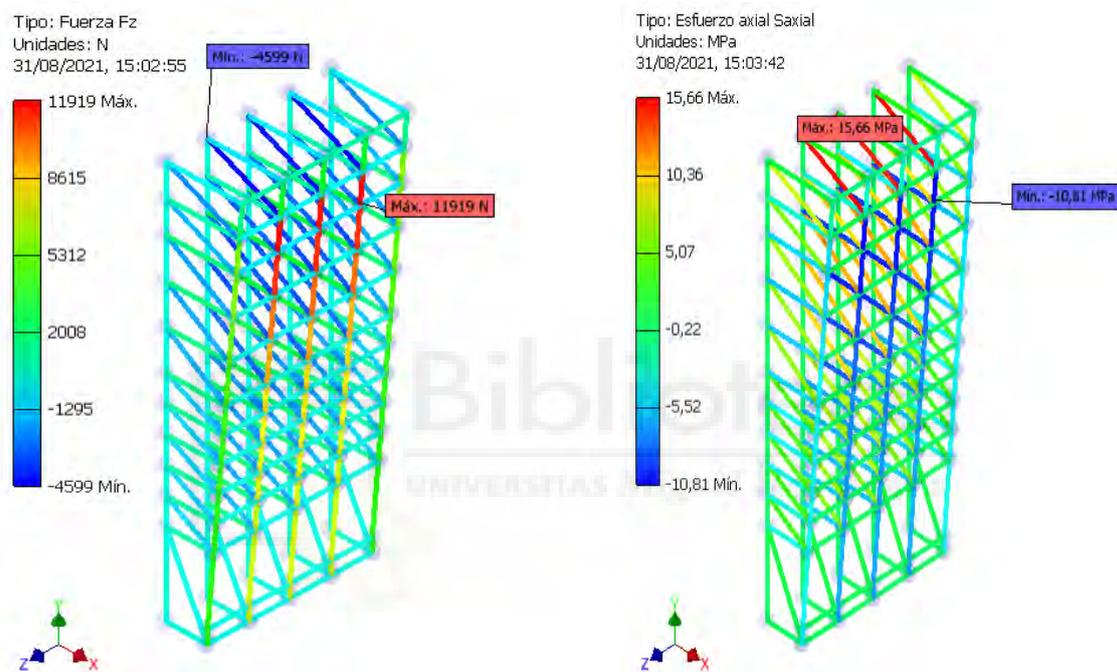


Figura 2.3.29. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de

Pilares principales: UPN80.

Velocidad.

La fuerza axial máxima que nos da en los pilares tiene un valor de 11.919KN.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{c,RD} = 288\text{KN}$ Con lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

En este caso el pilar pandea por el eje débil.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 19.4 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 178\text{KN}$$

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{ed} = 11.919 \text{KN} / N_{cr} = 178 \text{KN} = 0.06$$

Por lo que no podrá omitirse el cálculo del pandeo.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{b,RD} = 112 \text{KN}$

Entonces:

$$N_{Ed} = 11.919 \text{KN} \leq N_{b,RD} = 112 \text{KN}$$

Se cumple.

Para los Pilares Principales: Perfil UPN80.

Tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para los tirantes es de 4.599KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75 \text{KN}$

Entonces

$$N_{Ed} = 2.123 \text{KN} \leq N_{pl,RD} = 75 \text{KN}$$

Se cumple.

Para los tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Vigas Transversales.

La fuerza axial máxima N_{ed} que nos da para vigas transversales es de 2.620KN en la barra 99 de compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75 \text{KN}$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60 \text{KN}$$

$$NEd = 2.620 \text{ KN} / N_{cr} = 60 \text{ KN} = 0.04$$

Por lo que se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Para las vigas transversales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Una vez dimensionado los perfiles de la SEA, vamos a comprobar la seguridad estructural como muro de escalada de velocidad.

Este diseño se ha realizado para que las barras más solicitadas sean los pilares principales.

El auto asegurador debe ir anclado en el punto de protección superior de la segunda y la cuarta cercha.

Se introduce en Autodesk Inventor la combinación del equipo de escalada más la carga del escalador en caída con el ángulo más desfavorable, en este caso $+12.5^\circ$ en los puntos de protección superior con la carga 17 y 18.

$$q = 1.5 * 6.6 + 0.8 * 1.5 * (2 * 0.8) = 11.82K$$

La carga de los paneles de madera se introduce como cargas distribuidas con un valor de $0.23N/mm$, con las cargas continuas de la 1 a la 44.

Observamos que con esta configuración las barras más solicitadas son los pilares principales con número de barra 74, la viga transversal con número de barra 79 y el tirante con el número de barra 102, por lo que vamos a calcular estas barras.

Las vigas principales en esta configuración no están muy solicitadas.

Fuerza axial máxima y tensión axial máxima.

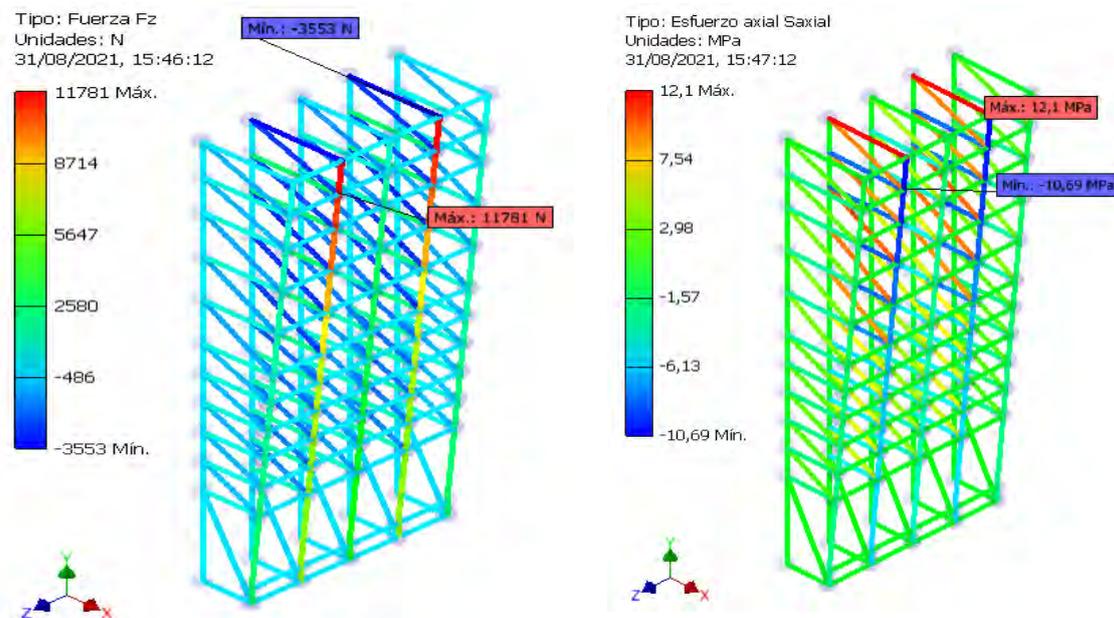


Figura 2.3.30. Fuerza axial y Tensión axial máxima – Modulo de Velocidad.

Pilares principales: UPN80.

La fuerza axial máxima que nos da en los pilares tiene un valor de 11.871KN.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{c,RD} = 288KN$ Con lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

En este caso el pilar pandea por el eje débil.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 19.4 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 178KN$$

Si, $N_{ed} / N_{cr} \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$N_{ed} = 11.KN / N_{cr} = 178KN = 0.06$$

Por lo que no podrá omitirse el cálculo del pandeo.

Para los pilares con perfil UPN80 $N_{b,RD} = 112KN$

Entonces:

$$NEd = 11.919KN \leq N_{b,RD} = 112KN$$

Se cumple.

Tirantes: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2.

La fuerza axil máxima Ned que nos da en la barra 102 para los tirantes es de 2.669KN a tracción, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{pl,RD} = 75KN$

Entonces

$$NEd = 2.123KN \leq N_{pl,RD} = 75KN$$

Se cumple.

Vigas Transversales.

La fuerza axil máxima Ned que nos da para vigas transversales es de 3.553KN en la barra 79 de compresión, para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{c,RD} = 75KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de resistencia.

Comprobamos el ELU de inestabilidad a Pandeo.

Si, $Ned / Ncr \leq 0,04$ podría omitirse la comprobación frente a pandeo.

Entonces:

$$Ncr = \frac{\pi^2 * 2.1 * 10^8 * 6.6 * 10^{-8}}{1 * 1.5^2} = 60KN$$

$$NEd = 3.553 KN / Ncr = 60 KN = 0.059$$

Por lo que no se puede omitir la comprobación frente a pandeo.

Para perfil tubular hueco cuadrado 40.2, $N_{b,RD} = 129KN$ por lo que sigue cumpliendo ELU de Inestabilidad.

Para las vigas transversales: Perfil Tubular hueco cuadrado 40.2

Para el módulo de velocidad se utilizarán los siguientes perfiles.

ELEMENTO	PERFIL SELECCIONADO
Vigas principales	UPN80
Pilares principales	UPN80
Tirantes	Tubular hueco cuadrado 40.2
Vigas transversales	Tubular hueco cuadrado 40.2

Con este último bloque del módulo de velocidad terminamos con el dimensionamiento y cálculo de todos los perfiles de la estructura.

Módulos de Dificultad y Velocidad.

Utilizaremos los siguientes perfiles para todos los módulos de dificultad menos para el módulo 1 que utilizara en las vigas principales NF A 45-202 - U 100 x 50.

- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 80 x 45 para vigas Principales.
- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 80 x 45 para Pilares Principales
- Perfiles huecos cuadrados para construcción NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 para sistemas de arriostramiento.

Módulos de Boulder. Muros de escalada.

- Perfiles huecos cuadrados para construcción NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2.

PRESUPUESTO.



3. PRESUPUESTO.

3.3. Mediciones.

3.3.1. Estructura Metálica.

Módulos de Dificultad y Velocidad.

Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas:

- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 100 x 50 con un total en longitud de 99 metros y un peso por metro de 10,6 kg/m nos da un peso total de 1050kg.
- Perfiles U Normal (UPN) con caras inclinadas NF A 45-202 - U 80 x 45 con un total en longitud de 598 metros y un peso por metro de 8,64 kg/m nos da un peso de 5162 kg.
- Perfiles tubular hueco cuadrado para construcción NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 con un total en longitud de 1833 metros y un peso por metro de 2.38 kg/m, nos da un peso total de 4363 kg.

Módulos de Boulder.

Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas:

- Perfiles tubular hueco cuadrado para construcción NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 con un total en longitud de 871 metros y un peso por metro de 2.38 kg/m, nos da un peso total de 2073 kg.

Estructura Metálica. Total.

TIPO DE PIEZA	CTDAD mm	CTDAD m	Kg/m	kg	DESCRIPCIÓN
NF A 45-202 - U 100 x 50	99000	99	10,6	1050	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
NF A 45-202 - U 80 x 45	597414,005	597,414005	8,64	5162	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	2704068,25	2704,06825	2,38	6436	Perfiles huecos cuadrados

- Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas
.....
.....12648kg.

3.3.2. Superficie Escalable.

3.3.2.4. Tablero de madera.

Módulos de Dificultad.

Tablero marino fenólico de contrachapado de altas prestaciones de grosor 18mm.

- Dificultad 1 137.83m²
- Dificultad 2 90m²
- Dificultad 3 67.5m²
- Dificultad 4 58m²
- Dificultad 5 37m²

Total m² Dificultad 390m²

Módulos de Boulder.

Tablero marino fenólico de contrachapado de altas prestaciones de grosor 18mm.

- Boulder 1 18.6m²
- Boulder 2 20.26m²
- Boulder 3 24.15m²
- Boulder 4 24m²
- Boulder 5 24m²

Total m² Boulder 108.31m²

Módulo de Velocidad.

Tablero marino fenólico de contrachapado de altas prestaciones de grosor 18mm.

- Módulo de Velocidad 90m²

Total m² Velocidad 90m²

Total Paneles de Madera.

Total m² 588m²

3.3.2.5.Presas de Escalada.

Para este tipo de gimnasios se utiliza una media de 5 a 10 presas por m², los cálculos los realizamos con 7 presas por m².

Módulos de dificultad.

Superficie escalable	390m ²
Nº de presas / m ²	7 presas / m ²
Total presas de Dificultad	2700 presas.

División y tamaño de presas.

- Presa XXXL	60 ud.
- Presas XXL	440 ud.
- Presas XL	440 ud
- Presas L	440 ud
- Presas M	440 ud
- Presas S	440 ud
- Presas XS	440 ud

Módulos de Boulder.

Superficie escalable	108.31m ²
Nº de presas / m ²	7 presas / m ²
Total presas de Boulder... ..	760 presas.

División y tamaño de presas.

- Presa XXXL	40 ud.
- Presas XXL	120 ud.
- Presas XL	120 ud
- Presas L	120 ud
- Presas M	120 ud
- Presas S	120 ud
- Presas XS	120 ud

Total Presas Módulos Dificultad y Boulder.

- Presa XXXL	100 ud.
- Presas XXL	560 ud.
- Presas XL	560 ud
- Presas L	560 ud
- Presas M	560 ud
- Presas S	560 ud
- Presas XS	560 ud
Total Presas Dificultad y Boulder	3460 ud.

Módulo de Velocidad

Este panel tiene un circuito fijo con el número de presas indicado por la IFSC con un total de 20 agarres para las manos y 11 para los pies.

División y tamaño de presas.

- Presas XL	40 ud
- Pesas S	22 ud.

3.3.3. Elementos de Protección.

Módulo de Dificultad.

Estos módulos llevan como elementos de seguridad, los puntos de protección superior, los puntos de protección individual y para hacer el gimnasio más utilizable se equipará con colchonetas.

- Punto de protección Superior.....	21 ud.
- Punto de protección Individual.....	210 ud.
- Colchonetas	106 m ²

Módulo de Boulder.

Estos módulos tienen como elemento de seguridad las colchonetas.

- Colchonetas	106m ² .
---------------------	---------------------

Módulo de Velocidad.

Este módulo cuenta con auto aseguradores para la seguridad de los usuarios.

- Sistemas de auto regulación 2 ud.

3.4. Precio Unitario.

3.4.1. Estructura metálica.

Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas con imprimación antioxidante..... 1.44€/kg. [16]

3.4.2. Superficie escalable.

3.4.2.4. Tableros de madera.

Tablero marino fenólico de contrachapado de altas prestaciones de grosor 18mm.....21€/m2 [15]

3.4.2.5. Presas de escalada.

Módulo de Dificultad y Boulder

División y tamaño.

- Presa XXXL 90 €/ud.[13]
- Presas XXL 20€/ud.[13]
- Presas XL 12€/ud [13]
- Presas L 7€/ud [13]
- Presas M 4€/ud [13]
- Presas S 2€/ud [13]
- Presas XS 0.90€/ud [13]

Módulo de Velocidad.

- Juego de presas velocidad..... 1378€/ud. [14]

3.4.3. Elementos de protección.

Módulo de Velocidad

- Punto de protección Superior..... 28.98€/ud.[15]
- Punto de protección Individual..... 4.10€/ud.[15]
- Colchonetas 90€/ m2 [12]

Módulo de Boulder

- Colchonetas..... 90€/m2 [12]

Módulo de Velocidad

- Auto aseguradores2250€/ud [16]

3.5. Presupuesto.

3.5.1. Estructura metálica.

Ud	Descripción	Cantidad	€/ud	Total
Kg	Acero laminado S275 en perfiles para vigas, pilares y correas con imprimación antioxidante	12648	1.44	18213.12€
Total estructura	18213.12€			

3.5.2. Superficie escalable.

Ud	Descripción	Cantidad	€/ud	Total
m2	Tablero marino fenólico de contrachapado de altas prestaciones de grosor 18mm	588	21	12348€
Total tablero	12348€			
1	Presas de escalada tamaño XXXL	100	90	9000
1	Presas de escalada tamaño XXL	560	20	11200
1	Presas de escalada tamaño XL	560	12	6720
1	Presas de escalada tamaño L	560	7	3920
1	Presas de escalada tamaño M	560	4	2240
1	Presas de escalada tamaño S	560	2	1120
1	Presas de escalada tamaño XS	560	0.90	504
Total presas	34704€			
Total superficie escalable	47052€			

3.5.3. Elementos de Protección.

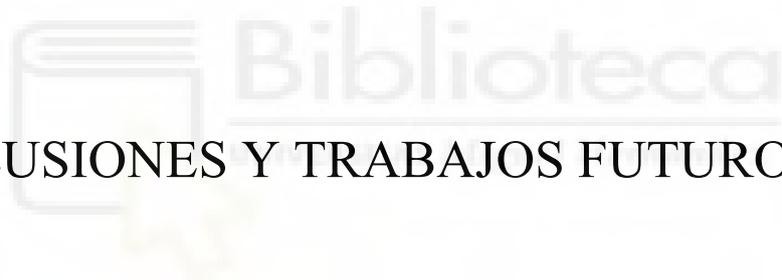
Ud	Descripción	Cantidad	€/ud	Total
1	Punto de protección Superior	21	28.98	608.58€
1	Punto de protección Individual	210	4.10	861€
m2	Colchonetas	212	90	19080
1	Auto aseguradores	2	2250	4500€
Total elementos de protección				25049.58€

3.5.4. Resumen presupuesto.

Estructura	18213.12€
Superficie escalable	47052€
Elementos de protección	25049.58€
Total	90314.7€

La estructura representa un 20.2% del presupuesto total, la superficie escalable representa un 52.1% y los elementos de protección representan un 27.73%.

Analizando estos resultados queremos destacar el bajo coste de la estructura en comparación con los otros elementos y podríamos decir que sería un buen diseño estructural, con lo que el presupuesto parece bastante razonable teniendo en cuenta su complejidad y dimensiones.



CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.

4. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS.

4.3. Conclusiones.

En este proyecto se ha realizado el diseño y cálculo estructural de un gimnasio de escalada indoor, de estructura metálica, de acuerdo con la Instrucción de acero estructural, así como con las normas UNE que regulan las estructuras artificiales de escalada SAE y muros de escalada.

El emplazamiento de este gimnasio es el interior de una nave, en las instalaciones deportivas de la UMH, contará con 390m² de superficie escalable en la categoría de Escalada de Dificultad, 108m² en la categoría de Boulder y 90m² para el muro de velocidad.

La solución constructiva adoptada sería la siguiente:

- El entramado estructural estará formado por una serie de cerchas que estarán separadas entre sí, aproximadamente por 1.5 metros, formando una estructura tridimensional y esta, estará anclada a la estructura de la nave.
- Para los módulos de Dificultad y Velocidad se utilizan perfiles normalizados UPN con caras inclinadas NF A 45-202 - U 100 x 50, NF A 45-202 - U 80 x 45 para vigas y pilares principales dependiendo de las solicitaciones en cada parte y perfiles tubular cuadrado hueco NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 para todo el sistema de arriostramiento.
- Para los módulos de Boulder se utilizan perfiles tubular cuadrado hueco NF EN 10210-2 - 40 x 40 x 2 para todo el sistema.
- Los tableros de madera de la superficie escalable, es tablero marino fenólico de contrachapado de altas prestaciones de grosor 18mm

Esta estructura ha sido diseñada mediante un proceso de análisis estructural, a través del software de Autodesk Inventor, comprobando y verificando que los perfiles cumplieren las condiciones impuestas por los estados límite últimos y de servicio.

El presupuesto total asciende a 90314.7€, el cual nos parece bastante razonable teniendo en cuenta sus dimensiones.

4.4. Trabajos futuros.

Sería de gran importancia para la consecución del objetivo principal de este proyecto, el terminar algunos puntos que no han sido incluidas en este proyecto. Por ejemplo:

- El cálculo de todas las uniones de la estructura sería el siguiente punto a realizar para completar el diseño y poder dar un precio más ajustado.
- El diseño y cálculo de la nave, que en este proyecto no se ha incluido, debido a que se toma como referencia una nave ya diseñada y calculada.
- Con el mismo diseño de superficie escalable, repetir el cálculo con diferentes diseños estructurales para elegir la solución más económica.
- Solicitar precios de mano de obra para la instalación, así como, para el equipamiento de vías y puesta en marcha de este gimnasio.



**ANEXO: ESPECIFICACIONES DE
EJECUCION.**



INDICE:

1. ESPECIFICACIONES DE EJECUCION.

- 1.1. Antecedentes.
- 1.2. Identificación de las obras a realizar.
- 1.3. Materiales,
- 1.4. Garantía de los trabajos.
- 1.5. Presupuesto.
- 1.6. Prevención daños a terceros.



1. ESPECIFICACIONES DE EJECUCION.

1.1. Antecedentes.

En este proyecto se pretende diseñar un gimnasio de escalada, común mente conocido como rocódromo, que facilite la práctica de este deporte a todo tipo de aficionados al mismo, tanto aficionados con niveles de iniciación como profesionales con niveles y cursos de tecnificación.

Dentro de esta intervención se describe la realización del acondicionamiento interior y queda reflejada en esta memoria.

1.2. Identificación de las obras a realizar.

Se plantea el acondicionamiento de una zona de escalada en altura, que en superficie de pared escalable supone en torno a 550 m² de pared, lo que, debido a los desplomes y techos de diferente inclinación, supone una superficie escalable en torno a unos 588 m².

Para poder realizar la práctica correcta y eficaz del entrenamiento de la escalada, se ejecutarán tres zonas diferenciadas.

Por un lado, la zona de escalada en altura, donde se pueden diferenciar dos modalidades, dificultad y velocidad. En estas es necesario la intervención de los elementos de seguridad como arneses y cuerdas.

Por otro lado, una zona de menor altura que es denominada Boulder o Bloque, su seguridad viene determinada por unas colchonetas que amortiguan el impacto.

1.2.1. Dificultad.

Estos paneles, se ejecutará con variedad de desplomes y techos con diferentes ángulos de inclinaciones. Donde estas serán divididas mediante cinco módulos de dificultad:

- Módulo 1: Identificamos como el nivel avanzado. Con unas dimensiones en total de 15 m de alto, una anchura de 9 m. Contamos con un desplome 15° de inclinación al comienzo de la pared, continuando con 25° en la mitad del panel y acabando con 10° para la última sección.
- Módulo 2: Identificamos como el nivel intermedio. Donde se pretende una ejecución de 15 m de alto, 6 m de ancho y 10° de inclinación en los primeros metros del panel, acabando con 2° de inclinación al final.

- Módulos 3, 4 y 5: Identificamos como el nivel de iniciación. Se pretende la ejecución de esta con 15 m de alto, 9 metros de ancho y 2° de inclinación.

1.2.2. Boulder o Bloque:

Dividimos estos paneles en 5 módulos

- Módulo 1 y 2: Con las dimensiones de 4,5 m de alto, 4,5 m de ancho y 2° de inclinación en todo el módulo.
- Módulo 3: Con las dimensiones de 4,5 m de alto, 5 m de ancho y variando el grado en inclinación. Al comienzo del panel son 12° donde finaliza con unos 10° invertidos.
- Módulo 4: Con las dimensiones de 4,5 m de alto, 5 m de ancho y variando el grado en inclinación. En este caso varía de 25° al comienzo y 10° al finalizar.
- Módulo 5: Con las dimensiones de 4,5 m de alto, 5 m de ancho y variando el grado en inclinación. En este último módulo el grado de inclinación varía de unos 10° al comienzo a finalizar con unos 25° invertidos.

1.2.3. Velocidad:

Es una pared donde se plantea la finalidad de una ejecución correcta de los entrenamientos, complementando así dos vías a realizar. Con una inclinación muy leve de 5°, una altura de 15 m y una anchura de 6 m.

1.3. Materiales.

1.3.1. Paneles escalables.

Usaremos un tablero marino fenólico de contrachapado de altas prestaciones de grosor 18mm. Fabricado con interior de madera de pino y caras externas de Okume, encoladas con resina fenólica de clase 3.

Para decorar las paredes del rocódromo, usaremos una pintura especial para madera, de larga duración. con el objetivo de crear unos efectos decorativos, así como para destacar elementos aislados, crear contrastes y resaltar el estilo del rocódromo.

Para la colocación de presas se deberá contar con un número de anclajes por metro cuadrado de 25 a 35, lo que permite un gran número de posibilidades a la hora de

modificar rutas. Para darle al rocódromo una mayor flexibilidad de rutas a realizar y como así una gran posibilidad de la realización de simulacros de competición para los niveles avanzados.

Incorporaremos al instalar los paneles de madera, el sellado de las juntas de unión y los trabajos de remate.

1.3.2. Puntos de protección individual. Chapas.

Serán del tipo Plaquetas multidireccionales, de acero inoxidable (resistencia 40 KN), con aristas redondeadas y capacidad para varios mosquetones. Deberán contar con certificado UIAA y CEN.

1.3.3. Puntos de protección superior. Descuelgues.

Estas, deben contar con múltiples componentes redundantes, de los cuales ninguno debe ser propuesto a fallar. Cualquiera de los componentes debe ser capaz de soportar todo el sistema por sí mismo.

En este caso serán tipo “Sistema de descuelgue FIXE “o similar, de acero inoxidable. Compuesto por una cadena, dos chapas, una argolla y un mosquetón.

Siendo 12 mm el diámetro de la fijación. Deberán contar con certificado UIAA y CEN.

1.3.4. Estructura metálica.

Esta estructura estará compuesta por tubos de acero conformado en frío, de sección rectangular y perfiles UPN normalizados. Para prevenir posibles procesos de corrosión del acero, se someterán las estructuras a un tratamiento de imprimación antioxidante.

De esta estructura se presentará una memoria técnica y de cálculo, de la estructura portante de los paneles, mediante la normativa UNE-EN 12572, de ámbito europeo, que regula las características que ha de reunir una instalación de este tipo.

1.3.5. Presas.

Una presa, es una forma de agarre o sujeción en la pared, que los escaladores utilizan para aferrarse a estas y llegar a finalizar la ruta establecida por ellas. Los materiales de fabricación pueden ser desde resinas de poliéster, poliuretano o epoxi.

Las presas se fijan al panel mediante tuercas insertada de M8 y resistencia 8.8. Se prevé la utilización de unas 3460 presas. La colocación de las mismas se organiza con la empresa instaladora y los diferentes colectivos de escalada que vayan a utilizar estas instalaciones.

1.3.6. Tornillería.

Toda la tornillería utilizada será de alta calidad, predominando los tornillos cincados de dureza 8.8 utilizando varios diámetros en función del uso y el tipo de presa (8 mm, 10 mm, y 12 mm). En el caso de las chapas y descuelgues la métrica utilizada según normal EN 12572 es de 12 mm.

1.4. Garantía de los trabajos.

Todos los productos colocados deberán poseer una garantía mínima de 3 años. Que cubre cualquier defecto de fabricación.

Previo a la instalación, se presenta un proyecto técnico basado en la norma UNE EN 12572 de ámbito europeo que regula las instalaciones de estas características.

1.5. Presupuesto.

En el presupuesto se incluyen, tal y como se ha descrito anteriormente, los m² de los paneles de madera, la totalidad de la estructura metálica con imprimación anticorrosión, todas las presas de escalada necesarias de distintos tamaños y colores y los elementos de seguridad, todos los puntos de protección individual, los puntos de protección superior y las colchonetas.

Resumen del presupuesto:

Presupuesto de ejecución material	90314.7€
-----------------------------------	-----------------

ANEXO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



INDICE:

2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

- 2.1. Objeto y Normativa.
- 2.2. Tipo de estudio aplicable a la obra.
- 2.3. Ámbito de aplicación.
- 2.4. Datos generales.
- 2.5. Características de la Obra.
- 2.6. Medidas preventivas a disponer en la obra.
- 2.7. Condicionantes para el desarrollo de la obra.
- 2.8. Interferencias con otras obras.
- 2.9. Condiciones climatológicas y ambientales.
- 2.10. Trabajos de riesgos especiales.
- 2.11. Riesgos profesionales.
- 2.12. Prevención de riesgos profesionales.
- 2.13. Prevención daños a terceros.

3. PLIEGO DE CONDICIONES.

- 3.1. Condiciones técnicas.
- 3.2. Condiciones económicas.
- 3.3. Condiciones Legales.

1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

1.1. Objeto y normativa.

Planificar, organizar y coordinar las actuaciones preventivas de los diferentes tipos de riesgos que puedan surgir en la obra, según el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

1.2. Tipo de estudio aplicable a la obra.

Dadas las características que concurren en el Proyecto en estudio y puesto que en él no se dan a priori alguno de los supuestos fijados en el art. 4, del R.D. 1627/1997, apart. 1 a, b, c, d, sobre la obligatoriedad del estudio de Seguridad y Salud y al amparo de lo dispuesto en el art. 4 Apart.2 de dicho R.D., es por lo que se incluye este apartado de "Estudio Básico de Seguridad y Salud en la Obra".

1.3. Ámbito de aplicación.

Su aplicación será vinculante para todo el personal que entre en la obra.

1.4. Datos generales.

1.4.1. Agentes.

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

Promotor	Richard Ferney Sanguino Ramos
Autor del proyecto	Richard Ferney Sanguino Ramos
Constructor – jefe de obra	x
Coordinador de seguridad y salud	x

1.5. Características de la obra que inciden en la seguridad.

1.5.1. Descripción de la obra y situación.

La obra consiste en la instalación de las estructuras de un gimnasio de escalada indoor, que este protegido de las condiciones climáticas para aprovechar estas instalaciones en cualquier época del año.

Deberá estar adaptado para la práctica de este deporte en sus tres modalidades:

Dificultad, Bloque y Velocidad.

1.5.2. Unidades constructivas que componen la obra.

Estructura horizontal: La solución elegida para constituir la estructura de cada módulo, es una serie de cerchas separadas 1.5m aproximadamente, unidas entre sí formando una estructura tridimensional y anclada a la estructura de la nave.

El diseño estructural será realizado mediante estructuras trianguladas con el fin de repartir todas las cargas de la manera más equilibrada posible.

El espacio disponible viene determinado por el interior de una nave industrial de 600m² de los cuales se destinarán 500m² para las zonas de escalada, la altura de la nave son 15m.

Módulos de dificultad.

- Módulo 1 de dificultad: 15metro de alto x 9m de ancho.
- Módulo 2 de dificultad: 15 metros de alto x 6m de ancho.
- Módulo 3 de dificultad: 15 metros de alto x 4.5 m de ancho.
- Módulo 4 de dificultad: Va fijado en la esquina de la nave son 15m de alto por 4,5m de ancho.
- Módulo 5: hay dos de estos – de 15m de alto x 2.5m de ancho.

Superficie total de escalada en la zona de dificultad es de 435m²

Módulos de Boulder.

- Módulo 1 de boulder: vs fijado en la otra esquina de la nave y son 4.5m de alto x 4,5m de ancho.
- Módulo 2 de boulder:4.5m de alto x 4,5m de ancho.
- Módulo 3 de boulder: 4.5m de alto x 5m de ancho.
- Módulo 4 de boulder: 4.5m de alto x 5m de ancho.
- Módulo 5 de boulder: 4.5m de alto x 5m de ancho.

Superficie total de escalada en la zona de boulder 108m²

Módulo de Velocidad.

- Módulo de velocidad 1: 15m de alto x 6m de ancho.

Superficie total de escalada en la zona de velocidad 90m²

1.5.3. Interferencias y servicios afectados.

El constructor deberá solicitar los servicios afectados para identificarlos en el momento de la obra.

1.5.4. Recursos considerados.

1.5.4.1. Materiales.

Paneles escalables.

Usaremos un tablero marino fenólico de contrachapado de altas prestaciones de grosor 18mm. Fabricado con interior de madera de pino y caras externas de Okume, encoladas con resina fenólica de clase 3.

Incorporaremos al instalar los paneles de madera, el sellado de las juntas de unión y los trabajos de remate.

Puntos de protección individual. Chapas.

Serán del tipo Plaquetas multidireccionales, de acero inoxidable (resistencia 40 KN), con aristas redondeadas y capacidad para varios mosquetones. Deberán contar con certificado UIAA y CEN.

Puntos de protección superior. Descuelgues.

Estas, deben contar con múltiples componentes redundantes, de los cuales ninguno debe ser propuesto a fallar. Cualquiera de los componentes de una buena reunión debe ser capaz de soportar todo el sistema por sí mismo.

En este caso serán tipo “Sistema de descuelgue FIXE “o similar, de acero inoxidable. Compuesto por una cadena, dos chapas, una argolla y un mosquetón.

Siendo 12 mm el diámetro de la fijación. Deberán contar con certificado UIAA y CEN.

Estructura metálica.

Esta estructura estará compuesta por tubos de acero conformado en frío, de sección rectangular y perfiles UPN normalizados. Para prevenir posibles procesos de corrosión del acero, se someterán las estructuras a un tratamiento de imprimación antioxidante.

De esta estructura se presentará una memoria técnica y de cálculo de la estructura portante de los paneles, mediante la normativa UNE-EN 12572, de ámbito europeo, que regula las características que ha de reunir una instalación de este tipo.

Presas.

Una presa, es una forma de agarre o sujeción en la pared, que los escaladores utilizan para aferrarse a estas y llegar a finalizar la ruta establecida por ellas. Los materiales de fabricación pueden ser desde resinas de poliéster, poliuretano o epoxi.

Las presas se fijan al panel mediante tuercas insertada de M8 y resistencia 8.8. Se prevé la utilización de unas 4.830 presas. La colocación de las mismas se organiza con la empresa instaladora y los diferentes colectivos de escalada que vayan a utilizar estas instalaciones.

Tornillería.

Toda la tornillería utilizada será de alta calidad, predominando los tornillos cincados de dureza 8.8 utilizando varios diámetros en función del uso y el tipo de presa (8 mm, 10 mm, y 12 mm). En el caso de las chapas y descuelgues la métrica utilizada según normal EN 12572 es de 12 mm.

1.5.4.2. Herramientas y medios auxiliares.

Herramientas.

Cinta métrica, polvo marcador, herramientas portátiles eléctricas, cables y eslingas, sacabocados, herramientas de mano (destornilladores, tenazas, sierra metálica, llaves de tubo, llave inglesa, martillo, cincel, etc...), Niveladores de agua, estacas marcadoras, cuerda de poliéster, fuente de agua.

Medios auxiliares.

Escaleras de mano, andamios y plataformas de trabajo, transpaletas, equipos de soldadura, radiales, grupos de corte y soldadura, carretillas, bandeja de escombros, señales de seguridad, vallas y letreros de advertencia a terceros.

1.6. Medidas preventivas a disponer en la obra.

1.6.1. Formación e Información.

Se deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador.

En su aplicación, todos los operarios recibirán, al ingresar en la obra o con anterioridad, una exposición detallada de los métodos de trabajo y los riesgos que pudieran entrañar, juntamente con las medidas de prevención y protección que deberán emplear. Los trabajadores serán ampliamente informados de las medidas de Seguridad personales y colectivas que deben establecerse en el tajo al que están adscritos.

1.6.2. Servicio de prevención y organización de la seguridad y salud de la obra.

Se tiene que disponer de una organización especializada de prevención de riesgos laborales, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 39/199.

Se encomendará a la organización de prevención la vigilancia de cumplimiento de las obligaciones preventivas de la misma, plasmadas en el plan de seguridad y salud de la obra.

Todos los trabajadores destinados en la obra poseerán justificantes de haber pasado reconocimientos médicos preventivos y de capacidad para el trabajo a desarrollar, durante los últimos doce meses, realizados en el departamento de Medicina del Trabajo de un Servicio de Prevención acreditado.

De acuerdo con el Art. 20 de la Ley 31/95 de prevención de Riesgos Laborales se dispondrá de un Plan de Emergencia con los siguientes puntos:

Objetivos y alcance:

- Medios de protección técnicos (organigrama y humanos).
- Numeración de las situaciones de emergencia: accidente, incendio, etc.
- Causas de las distintas situaciones de emergencia.
- Actuación según el tipo de emergencia, definiendo cómo se va a proceder en cada caso.
- Implantación del Plan.

- Teléfonos de emergencias
- Documentación de primeros auxilios.
- Itinerarios de evacuación, con planos.
- Lugares donde se exhibirá la documentación de emergencia.
- Ubicación de los botiquines de primeros auxilios.

1.6.3. Modelo de organización de la seguridad en la obra.

Al objeto de lograr que el conjunto de las empresas concurrentes en la obra posea la información necesaria acerca de su organización en materia de seguridad en esta obra, así como el procedimiento para asegurar el cumplimiento del plan de seguridad y salud de la obra por parte de todos sus trabajadores, dicho plan de seguridad y salud contemplará la obligación de que cada contratista designe antes de comenzar a trabajar en la obra, al menos:

- Técnicos de prevención designados por su empresa para la obra, que deberán planificar las medidas preventivas, formar e informar a sus trabajadores, investigar los accidentes e incidentes, etc. Así como el resto de labores recogidas en la legislación vigente.
- Trabajadores responsables de mantener actualizado y completo el archivo de seguridad y salud de su empresa en obra. Cumplir y velar por el cumplimiento de las medidas de PRL.
- Recursos preventivos, con la función de vigilar el cumplimiento del plan de seguridad y salud por parte de sus trabajadores y de los de sus subcontratistas en el caso de que se produzcan riesgos especiales, y en los demás casos especificados en la ley 54/03 y el R.D.604/06.
- Vigilantes de seguridad y salud, con la función de vigilar el cumplimiento del plan de seguridad y salud por parte de sus trabajadores, así como de aquéllos que, aun no siendo de sus empresas, puedan generar riesgo para sus trabajadores.

Se deberá realizar previo al comienzo de los trabajos la comunicación de apertura de centro de trabajo.

La comunicación de apertura de centro de trabajo, deberá exponerse en la obra en lugar visible, y se mantendrá permanentemente actualizada en el caso de que se produzcan cambios no identificados inicialmente. A tal efecto el promotor deberá facilitar al

contratista los datos que sean necesarios para el cumplimiento de dicha obligación. La comunicación se cumplimentará según el modelo oficial que figura en el anexo (partes A y B) de la Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en centros de trabajos e incluirá el plan de seguridad y salud.

La empresa contratista deberá mantener debidamente actualizado el Libro de subcontratación, todo de acuerdo a la Ley 32/2006 de Regulación de la Subcontratación en el sector de la construcción.

Si el contratista subcontrata a una empresa o a un trabajador autónomo la realización de un trabajo, se debe reflejar dicha inclusión en el Libro de Subcontratación, que previo a la subcontratación el contratista debe habilitar por la autoridad laboral correspondiente al territorio donde se desarrolle la obra.

La subcontratación realizada, deberá ser comunicada al coordinador de seguridad y salud, con objeto de que éste disponga de la información y la transmita a las demás empresas contratistas de la obra en caso de existir

1.6.4. Medidas de carácter dotacional.

1.6.4.1. Servicio Médico.

La empresa contratista dispondrá de un Servicio de vigilancia de la salud de los trabajadores según lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Todos los operarios que empiecen trabajar en la obra deberán haber pasado un reconocimiento médico general previo en un plazo inferior a un año. Los trabajadores que han de estar ocupados en trabajos que exijan cualidades fisiológicas o psicológicas determinadas deberán pasar reconocimientos médicos específicos para la comprobación y certificación de idoneidad para tales trabajos, entre los que se encuentran los de gruistas, conductores, operadores de máquinas pesadas, trabajos en espacios confinados, en altura, etc.

1.6.4.2. Botiquín de obra.

La obra dispondrá de material de primeros auxilios en lugar debidamente señalizado y de adecuado acceso y estado de conservación, cuyo contenido será revisado semanalmente, reponiéndose los elementos necesarios.

1.6.4.3. Instalaciones de higiene y bienestar.

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del Real Decreto 1627/97, la obra dispondrá de las instalaciones necesarias de higiene y bienestar.

Se colocará casetas o se acordará con los servicios hosteleros de la zona el uso por parte de sus trabajadores de las instalaciones de comedor, vestuarios y aseos. En todo caso los trabajadores dispondrán de medios de transporte precisos para el uso de estas instalaciones, facilitados por la empresa contratista.

Se asegurará, en todo caso el suministro de agua potable al personal perteneciente a la obra.

1.6.4.4. Medidas preventivas a establecer en las diferentes actividades constructivas.

En función de los factores de riesgo y de las condiciones de peligro analizadas y que se han de presentar en la ejecución de cada una de las fases y actividades a desarrollar en la obra, las medidas preventivas y protectoras a establecer durante su realización son, en cada caso, las enunciadas en los apartados que siguen:

- Trabajos en altura.
- Riesgo Eléctrico.
- Obra civil.
- Trabajos al mismo nivel.

Sin perjuicio del uso de protecciones individuales indicadas para cada uno de los riesgos específicos señalados en los apartados posteriores, se considera obligatorio para toda persona integrante de la obra los siguientes equipos de protección individual:

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Chaleco reflectante.
- Botas de seguridad de puntera reforzada.
- Guantes.

1.7. Condicionantes para el desarrollo de la obra.

1.7.1. Servicios afectados.

Antes de comenzar los trabajos se solicitarán los correspondientes planos de servicios afectados al Ayuntamiento o a las compañías propietarias de dichos servicios.

El tratamiento para cualquier línea aérea o subterránea eléctrica que sea detectada o cualquier interferencia con otras condiciones o servicios serán comunicados al Director de Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud, que determinará si las medidas establecidas en el Plan de Seguridad y Salud son suficientes. En caso contrario indicará al Contratista la modificación del Plan de Seguridad y Salud si este no hubiera decidido su modificación.

Igualmente, se tendrá especial cuidado con las canalizaciones de abastecimiento y saneamiento.

1.7.2. Señalizaciones, precauciones en la obra y riesgos a terceros.

Se deberán mantener durante todo el período de las obras, desde el comienzo, las señales de obra, vallas de protección, pasos provisionales y demás elementos de seguridad que dicte la Legislación vigente y las Ordenanzas Municipales para este tipo de obras.

1.8. Interferencias con otras obras.

En coincidencia con otros trabajos, se avisará con antelación a las otras empresas, y se dará conocimiento al Coordinador de Seguridad y Salud.

El contratista deberá incluir en el Plan de Seguridad y Salud sistemas de coordinación con otras empresas en el caso de que existan interferencias con otras contratadas, de acuerdo al artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y al R.D. 171/2004 que lo desarrolla.

1.9. Condiciones climatológicas y ambientales.

Las condiciones climatológicas de la zona serán tenidas en cuenta por el Contratista a través del Plan de Seguridad y Salud, teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- Ante la presencia o proximidad de acciones eléctricas de origen atmosférico, se procederá a la inmediata paralización de las actividades en tanto que no remita

la situación de riesgo. Se extremarán las precauciones cuando las actividades se desarrollen próximas a líneas eléctricas.

- En previsión a golpes de calor, el contratista deberá: o Garantizar el suministro de agua potable en los tajos de trabajo, o procurar que las actividades más pesadas se desarrollen durante las horas más frescas del día. Se establecerán pausas en el desarrollo de estas actividades.
- Se dotará a los trabajadores de ropa de trabajo adecuada a la climatología del lugar.
- Teniendo en cuenta la exposición a agentes atmosféricos (lluvia, bajas temperaturas, frío, etc.), se dotará a los trabajadores de ropa de abrigo impermeable que aisle y proteja de las bajas temperaturas, la humedad e impida la pérdida de calor.

1.10. Trabajos de riesgos especiales.

El contratista en su plan de seguridad y salud determinará las zonas que impliquen riesgos especiales, en su caso los localizará en planos, definirá medidas específicas, y a su vez señalará los recursos preventivos necesarios conforme a la Ley 31/95 y al RD 604/2006

Se definen como trabajos con riesgos especiales, aquellos trabajos cuya realización exponga a los trabajadores a riesgos de especial gravedad para su seguridad y salud.

La relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores figura en el Anexo II del RD 1627/97:

1.11. Riesgos profesionales.

Se prestará principal atención a los siguientes riesgos profesionales.

En ejecución de obras de albañilería.

- Golpes contra objetos.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Interferencia con las líneas eléctricas.

- Salpicaduras de hormigón en ojos.
- Erosiones y contusiones en manipulación.
- Atropellos por maquinaria.
- Atrapamientos por maquinaria.
- Heridas por máquinas cortadoras.
- Sobresfuerzos.
- Pisadas sobre objetos.

Riesgos eléctricos.

- Electrocutación.
- Descarga electro estática

Riesgos en Trabajos en altura.

- Riesgo derivado del funcionamiento de las grúas.
- Estribos de poste en mal estado.
- Altura de la instalación en los cruces con vías de servicio (calles, caminos, carreteras, etc.).
- Desplome y/o caída de maquinaria y/o herramientas.
- Estructura no revisada de una línea de postes.
- Empalmes en pasos aéreos.
- Tensiones de tendido de cable.

1.12. Prevención de riesgos profesionales.

1.12.1. Protecciones individuales.

- Cascos: Para todas las personas que participan en la obra, incluidos visitantes.
- Guantes de uso general
- Guantes de goma
- Guantes de soldador.
- Guantes dieléctricos.
- Botas de agua
- Botas de seguridad de lona
- Monos
- Trajes de agua
- Gafas contra impactos y antipolvo.

- Gafas para oxicorte.
- Pantalla de soldador.
- Mascarillas antipolvo
- Protectores auditivos
- Cinturón anti vibratorio
- Chalecos reflectantes
- Polainas de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Caretas-filtros o equipos respiratorios, en el caso de que la emisión de estos elementos sobrepase el nivel permitido.
- Equipo anticaída.

1.12.2. Protecciones colectivas.

- Pórticos protectores de líneas eléctricas.
- Redes (en los vanos laterales de las estructuras).
- Soportes y anclajes de redes.
- Tubo sujeción cinturón de seguridad (para el vano central).
- Anclajes para tubo.
- Vallas de limitación y protección
- Señales de seguridad
- Señalización nocturna
- Cinta de balizamiento
- Topes de desplazamiento de vehículos
- Extintores
- Interruptores diferenciales para alumbrado y fuerza
- Tomas de tierra
- Limpieza y recogida de materiales y equipos sobrantes de la zona de trabajo.
- Iluminación correcta de la zona de trabajo, tránsito y acopio.
- Las máquinas irán provistas de indicadores sonoros y luminosos de maniobra
- Las zanjas estarán suficientemente protegidas y señalizadas.
- Los mandos con personal a sus órdenes serán responsables del desarrollo de todos los trabajos en condiciones de seguridad. La misma responsabilidad es extensiva a los bienes materiales a su cargo.

- Serán responsables de la existencia y buen estado de todos los sistemas de seguridad, así como de los medios para prestar los primeros auxilios.
- Supervisarán cuantas veces sea necesario las condiciones de seguridad en que se realizan los trabajos.
- Informarán de forma adecuada cuando observen el incumplimiento de la normativa de seguridad.
- Línea de vida.

1.12.3. Formación.

Todo el personal debe recibir, al ingresar a la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos puedan entrañar, conjuntamente con las medidas de seguridad que deberá emplear.

El objetivo al formar al personal es conseguir una mejor profesionalización de éste, un mejor conocimiento de los riesgos y, finalmente, para que tenga un total convencimiento de la necesidad de usar medios de prevención.

Eligiendo el personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios de forma que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Se informará a todos los trabajadores de la necesidad de:

- Utilizar la ropa de trabajo y accesorios de protección dispuestos por la empresa para el desarrollo de su trabajo.
- No comenzar ningún trabajo o manejar equipos que le resulten desconocidos o no esté autorizado para su manejo.
- Planificar el trabajo a desarrollar revisando el lugar y equipo de que dispone para prever cualquier situación peligrosa.
- Los trabajos se realizarán sin distracciones y en buen estado físico y mental.

1.12.4. Medicina preventiva y primeros auxilios.

1.12.4.1. Botiquines

Se dispondrá de dos botiquines conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

1.12.4.2. Asistencia a accidentados

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

1.12.4.3. Reconocimiento Médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, que será repetido en el período de un año

1.13. Prevención daños a terceros.

1.13.1. Peatones y vehículos.

Se señalarán de acuerdo con la normativa vigente las zonas donde se están trabajando, tomándose las adecuadas medidas de seguridad que cada caso requiera.

Se señalarán los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

En las obras que afecten a las zonas que son paso habitual de peatones habrá de mantenerse el tránsito de los mismos. El ancho mínimo de paso será de 75 cms.

Deberán instalarse pasarelas, tabloneros, estructuras metálicas, etc., de manera que el paso se haga sin peligro, adecuadamente protegido, y cuidando que los elementos que constituyen el paso estén completamente fijos.

Cuando a menos de un metro de distancia del paso de peatones exista una zanja o excavación cuya profundidad sea superior a un metro, será obligatoria la instalación de vallas o barandillas de protección.

1.13.2. **Redes de servicio.**

Antes del inicio de los trabajos, deberán recabarse, por la empresa constructora, los planos de las diferentes redes de servicios públicos urbanos (debidamente firmados o sellados) a los organismos o empresas suministradoras correspondientes. En caso de posible peligro se solicitará la presencia de un responsable de la empresa u organismo.



2. PLIEGO DE CONDICIONES.

2.1. Condiciones técnicas.

El contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en el RD 1627/97.

Son responsabilidades del Contratistas y Subcontratistas:

- La entrega al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra de documentación clara y suficiente en que se determine: la estructura organizativa de la empresa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos de los que se dispone para la realización de la acción preventiva de riesgos en la empresa.
- Redactar un Plan de Seguridad y Salud según lo dispuesto en el apartado correspondiente de este E.S.S. y el R.D. 1627/1997.
- Solicitar e identificar los servicios afectados en la zona.
- Aplicar los principios de la acción preventiva según Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Informar por escrito al resto de empresas concurrentes en la obra y al coordinador de seguridad y salud en la obra de los riesgos específicos que

puedan afectar a otros trabajadores de la obra según lo dispuesto en el Real Decreto 171/2004.

- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- Los Contratistas y Subcontratistas son los responsables de que la ejecución de las medidas preventivas corresponda con las fijadas en el Plan de Seguridad y Salud.
- Designar los recursos preventivos asignando uno o varios trabajadores o en su caso uno o varios miembros del servicio de prevención propio o ajeno de la empresa. Así mismo ha de garantizar la presencia de dichos recursos en la obra en los casos especificados en la Ley 54/2003 y dichos recursos contarán con capacidad suficiente y dispondrán de medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas.

2.1.1. Medios de Protección Colectivas

Los medios de protección colectiva no serán un riesgo en sí mismos, se colocarán antes de comenzar el trabajo en el que se requieran, y según lo indicado en el plan de seguridad y salud. Si hubiera que hacer algún cambio respecto a lo indicado en el plan, previamente deberá aprobarlo el Coordinador de seguridad y salud.

Los medios de protección serán desechados y repuestos al final del periodo de su vida útil, cuando estén deteriorados, hayan sufrido un trato límite o su holgura o tolerancias sean mayores que las admitidas por el fabricante.

El mantenimiento será vigilado de forma periódica, en general de forma semanal, por el delegado de Prevención.

2.1.2. Medios de Protección Individual

Los Equipos de Protección Individual (EPI) llevarán el marcado CE. Protegerán del riesgo correspondiente y no serán un riesgo en sí mismos ni causarán molestias innecesarias. Serán ergonómicos, no podrá desajustarse de forma involuntaria, permitirán una ventilación suficiente o llevarán absorbentes de sudor, si pudiera ser enganchado se romperá pasado cierto límite para eliminar peligros, su manejo será fácil

y rápido y si fuera necesario llevarán dispositivos de resplandor. Llevarán inscrito el marcado y si no puede ser visible completamente durante toda su vida útil, aparecerá en el embalaje y el folleto informativo.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil, controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y al menos en la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y serán reemplazados al término de su vida útil, o cuando estén deteriorados o hayan sufrido un trato límite.

Se utilizarán para usos previstos y de forma personal según a lo indicado por el fabricante al igual que el mantenimiento que lo supervisará el Delegado de Prevención.

Se cumplirá la siguiente normativa:

RD 1407/1992 de 20 de noviembre modificado por la ley 31/1995 de 8 de noviembre, y O.M. de 16 de mayo de 1994, modificado y ampliado por RD 159/1995 y orden 20/02/97.

RD 773/1997 de 30 de mayo en aplicación de la ley 31/1995 de 8 de noviembre.

2.1.3. Máquinas, Útiles, Herramientas y Medios Auxiliares

Las partes móviles de la maquinaria (órganos de transmisión, correas, poleas...) estarán protegidas mediante carcasas.

Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica.

2.1.4. Instalaciones Provisionales de Salud y Confort.

La temperatura, iluminación y ventilación en los locales será la adecuada para su uso. Los paramentos horizontales y verticales serán continuos, lisos e impermeables, de fácil limpieza, estarán enlucidos con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos. Todos los elementos tendrán el uso para el que fueron destinados y su funcionamiento será correcto.

El empresario se encargará de que las instalaciones estén en perfectas condiciones sanitarias, de la limpieza diaria y de que estén provistas de agua, jabón, toallas, recipientes de desechos, etc.

El empresario facilitará agua potable a los trabajadores por medio de grifos de agua corriente o en recipientes limpios. El agua para beber no podrá acumularse en recipientes abiertos o con cubiertas provisionales. El agua no podrá contaminarse por contacto o por porosidad. Se dispondrá de agua corriente caliente y fría para higiene y aseo. Los depósitos estarán cerrados herméticamente y tendrán llave de suministro. El número de aparatos y la dimensión de los locales será proporcional al número de trabajadores.

2.2. Condiciones económicas.

2.2.1. Mediciones y Valoraciones.

El Contratista de acuerdo con la Dirección Facultativa deberá medir las unidades de obra ejecutadas y aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes, levantando actas correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por el Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución, la Dirección Facultativa y el Contratista.

En el presupuesto, solo se redactarán las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, sin tener en cuenta los medios auxiliares necesarios para la ejecución de las mismas.

Todos los trabajos y unidades de obra relacionados con la Seguridad que vayan a retirarse una vez que se haya terminado, el Contratista pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con antelación suficiente para poder medir y tomar datos necesarios, de otro modo, se aplicarán los criterios de medición que establezca la Dirección Facultativa.

Las valoraciones de las unidades de partidas de Seguridad, incluidos materiales accesorios y trabajos necesarios, se calculan multiplicando el número de unidades por el precio unitario (incluidos gastos de transporte, indemnizaciones o pagos, impuestos fiscales y todo tipo de cargas sociales).

El Contratista entregará una relación valorada de las partidas de seguridad ejecutadas en los plazos previstos, a origen, a el Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución y a la Dirección Facultativa, en cada una de las fechas establecidas en el contrato realizado entre Promotor y Contratista.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por el Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución y la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra.

El Contratista podrá oponerse a la resolución adoptada por el Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución y la Dirección Facultativa ante el Promotor, previa comunicación a dichas partes. La certificación será inapelable en caso de que transcurridos 10 días, u otro plazo pactado entre las partes, desde su envío, el Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución y la Dirección Facultativa no recibe ninguna notificación, que significará la conformidad del Contratista con la resolución.

El abono de las certificaciones se realizará sujeto a lo establecido en el contrato de obra.

2.2.2. Certificación y Abono.

El Promotor abonará las partidas ejecutadas del Plan de Seguridad y Salud de la obra, junto con las demás unidades de obra realizadas, al Contratista, previa certificación del Coordinador de Seguridad y Salud y/o de la Dirección Facultativa.

Se abonarán los precios de ejecución material establecidos en el presupuesto del Plan de Seguridad y Salud para cada unidad de seguridad, tanto en las certificaciones como en la liquidación final.

El plazo será mensual o en su caso, el indicado en el contrato de obra.

2.2.3. Unidades de Obra no Previstas.

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud y/o la Dirección Facultativa exigiera la ejecución de trabajos no estipulados en la Contrata o en el Plan aprobado, el Contratista quedará obligado El Contratista está obligado a presentar propuesta económica para la realización dichas modificaciones y a ejecutarlo en caso de haber acuerdo.

La valoración de materiales o medios para ejecutar determinadas unidades de seguridad no establecidas en el Plan de Seguridad y Salud se calculará mediante la asignación de precios de materiales o medios similares. En su defecto, la cuantía será calculada por el Coordinador de Seguridad y Salud y/o la Dirección Facultativa y el Contratista.

Se levantarán actas firmadas de los precios contradictorios por triplicado firmadas por el Coordinador de Seguridad y Salud y/o la Dirección Facultativa, el Contratista y el Propietario.

2.2.4. Unidades por Administración

Para el abono de unidades realizadas por administración, el contratista presentará a la aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud y de la Dirección Facultativa la liquidación de los trabajos en base a la siguiente documentación: facturas originales de los materiales adquiridos y documento que justifique su empleo en obra, partes diarios de trabajo, nóminas de los jornales abonados indicando número de horas trabajadas por cada operario en cada oficio y de acuerdo con la legislación vigente, facturas originales de transporte de materiales a obra y cualquier otra cargas correspondiente a la partida.

El Contratista estará obligado a redactar un parte diario de jornales y materiales que se someterán a control y aceptación del Coordinador de Seguridad y Salud y de la Dirección Facultativa, en partidas de la misma contratadas por administración.

2.3. Condiciones Legales.

Tanto la Contrata como la Propiedad, asumen someterse al arbitrio de los tribunales con jurisdicción en el lugar de la obra.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos.

Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente, especialmente la de obligado cumplimiento entre las que cabe destacar:

- Orden 9 de marzo 1971 Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- Real Decreto 1407/1992 Decreto Regulador de las condiciones para la Comercialización y Libre Circulación Intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual.
- Ley 31/1995 Prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 1627/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción
- Real Decreto 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativos al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 665/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 664/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los EPI.
- Real Decreto 1215/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 614/2001 Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo

ANEXO: PLIEGO DE CONDICIONES.



El Pliego de Condiciones se define, según la norma UNE 157001:2014 en el punto 9, como “uno de los documentos que constituyen el Proyecto y tiene como misión establecer las condiciones técnicas, económicas, administrativas, facultativas y legales para que el objeto del Proyecto pueda materializarse en las condiciones especificadas, evitando posibles interpretaciones diferentes de las deseadas.” Se considera una parte indispensable de cualquier proyecto.

No obstante, por tratarse de un trabajo académico y con el fin de limitar su extensión, no se adjunta el Pliego de Condiciones en el presente proyecto.

ANEXO: PLANOS.



INDICE DE PLANOS:

SITUACION.

Plano 1 - Plano de Situación

EMPLAZAMIENTO

Plano 2 - Plano de Emplazamiento.

VISTA GENERAL.

Plano 3 – Vista General.

Plano 4 – Distribución en planta.

MODULOS DE BOULDER.

Plano 5 – Boulder Modulo 1 – Hoja 1.

Plano 6 – Boulder Modulo 1 – Hoja 2.

Plano 7 – Boulder Modulo 1 – Hoja 3.

Plano 8 – Boulder Modulo 2 – Hoja 1.

Plano 9 – Boulder Modulo 2 – Hoja 2.

Plano 10 - Boulder Modulo 3 – Hoja 1.

Plano 11 – Boulder Modulo 3 – Hoja 2.

Plano 12 – Boulder Modulo 4 – Hoja 1.

Plano 13 – Boulder Modulo 4 – Hoja 2.

Plano 14 – Boulder Modulo 4 – Hoja 3.

Plano 15 – Boulder Modulo 5 – Hoja 1.

Plano 16 – Boulder Modulo 5 – Hoja 2.

Plano 17 – Boulder Modulo 5 – Hoja 3.

MODULOS DE DIFICULTAD.

Plano 18 – Dificultad Modulo 1 -Hoja 1.

Plano 19 – Dificultad Modulo 1 – Hoja 2.

Plano 20 – Dificultad Modulo 1 – Hoja 3.

Plano 21 – Dificultad Modulo 1 – Hoja 4.

Plano 22 – Dificultad Modulo 2 – Hoja 1.

Plano 23 – Dificultad Modulo 2 – Hoja 2.

Plano 24 – Dificultad Modulo 3 – Hoja 1.

Plano 25 – Dificultad Modulo 3 – Hoja 2.

Plano 26 – Dificultad Modulo 5 – Hoja 1.

Plano 27 – Dificultad Modulo 5 – Hoja 2.

MODULO DE VELOCIDAD.

Plano 28 – Modulo de Velocidad – Hoja 1.

Plano 29 – Modulo de velocidad – Hoja 2.

UNIONES.

Plano 30 – Unión Anclada a la estructura de la nave.

Plano 31 – Unión Soldada 1.

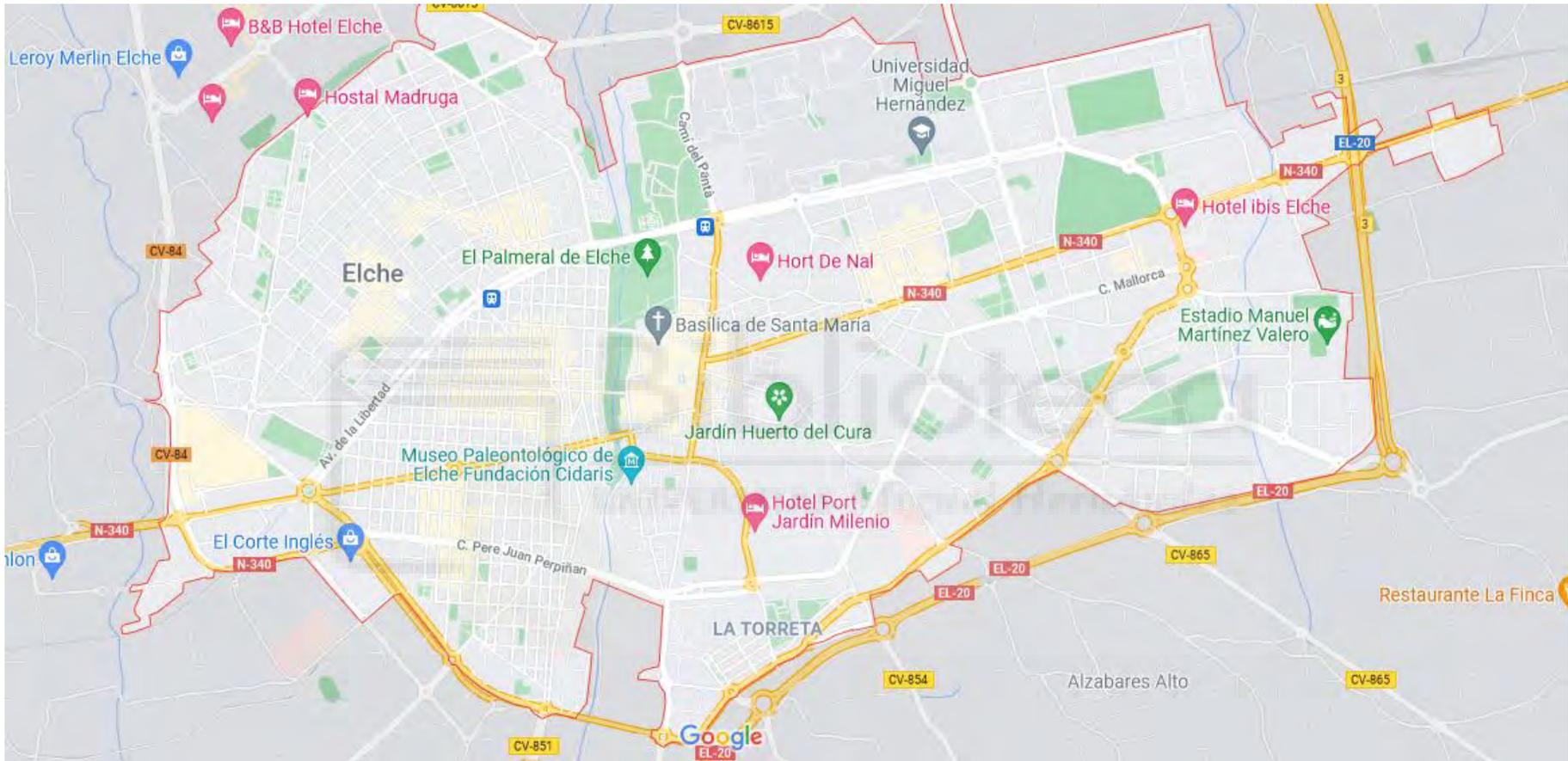
Plano 32 – Unión Soldada 2.

Plano 33 - Unión Soldada 3.

Plano 34 – Unión Soldada 4.

Plano 35 – Unión Soldada 5.





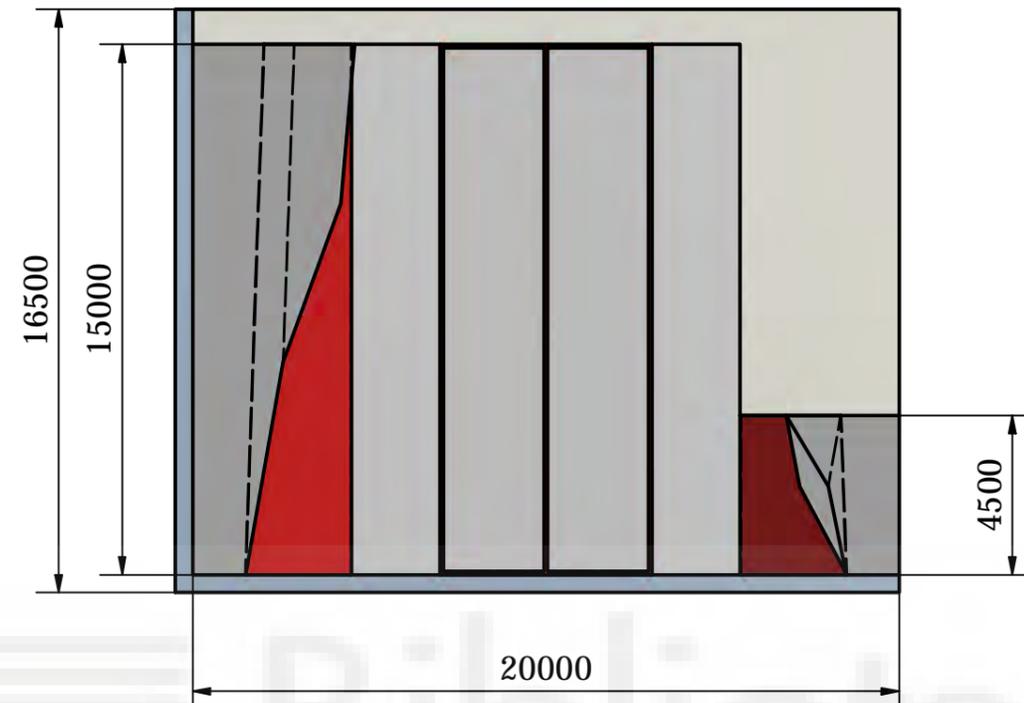
Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	Nº de Plano 1	Unidades mm	Fecha 02/09/2021
UMH		PLANO DE SITUACION		
		Plano de situación	Escala 1:25000	Hoja 1 / 1



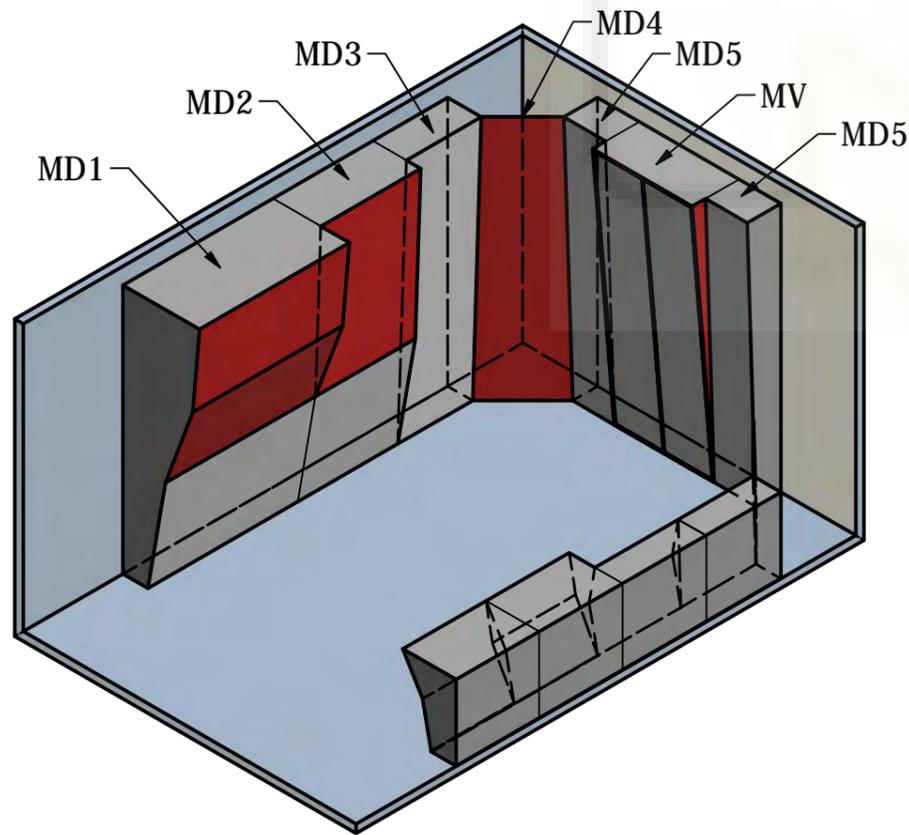
Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	Nº de Plano 2	Unidades cm	Fecha 02/09/2021
UMH		PLANO EMPLAZAMIENTO		
		Emplazamiento	Escala 1:2500	Hoja 1 / 1

MD = Módulo de Dificultad.
 MB = Módulo de Boulder.
 MV = Módulo de Velocidad.

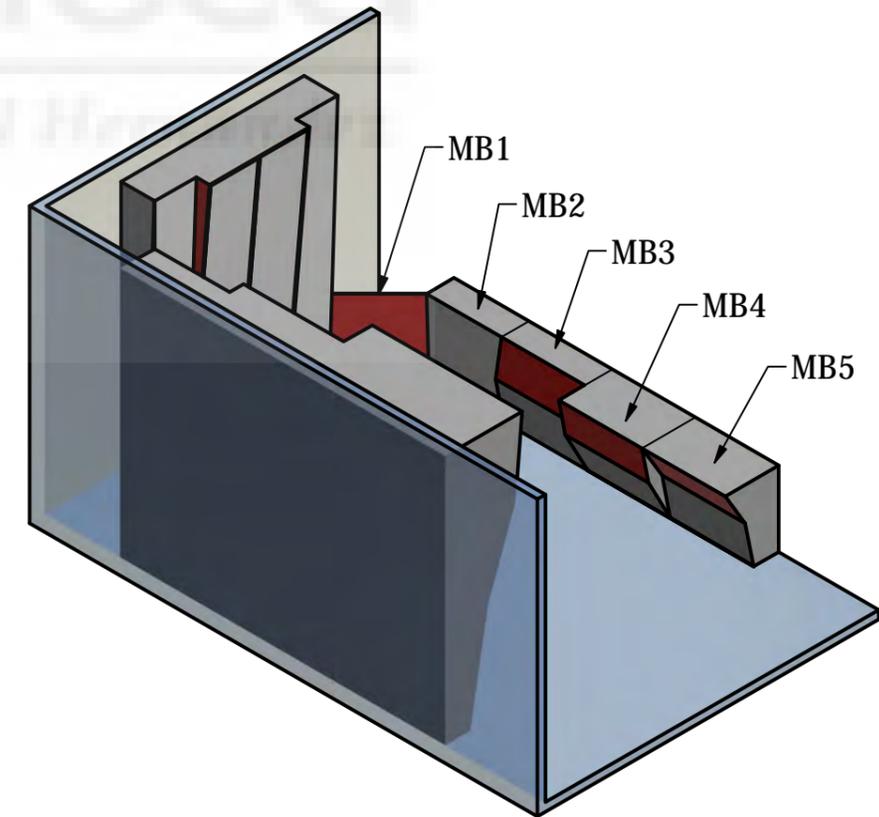
VISTA1 (1 : 200)



VISTA2 (1 : 300)

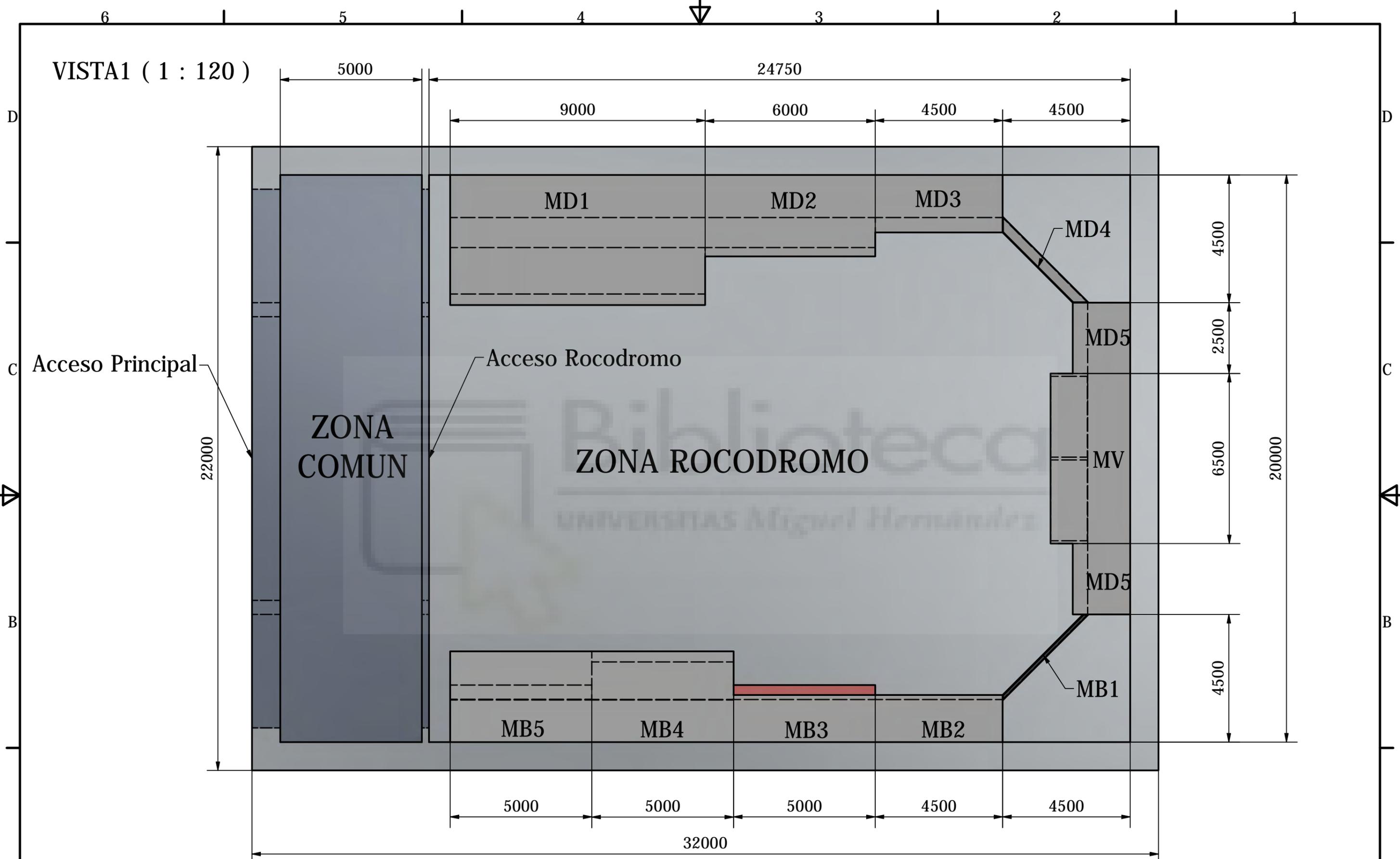


VISTA3 (1 : 300)



Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 3	Unidades mm	Fecha 02/09/2021
UMH		PLANO GENERAL		
		Vista General	Escala 1 : 100	Hoja 1 / 2

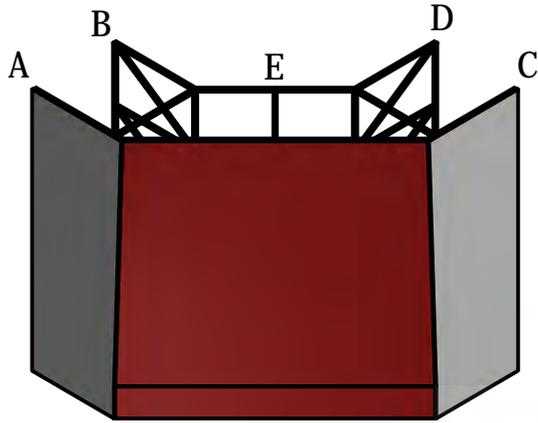
VISTA1 (1 : 120)



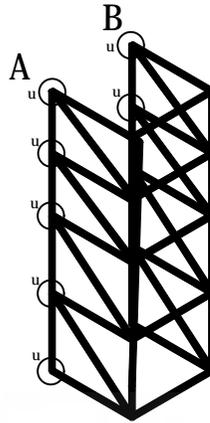
MD = Módulo de Dificultad.
 MB = Módulo de Boulder.
 MV = Módulo de Velocidad.

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 4	Unidades mm	Fecha 02/09/2021
UMH		PLANO GENERAL		
		Distribución en planta	Escala 1 : 100	Hoja 2 / 2

VISTA1 - General (1 : 100)



VISTA2 - Cercha AB (1 : 100)



Cercha A= Cercha C
Cercha B= Cercha D

Union Cercha AB= Union Cercha CD

U = Union anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metzlico de expansiCn por aprete.

Todos los demzs elementos van soldados a tope.

Union Cercha AB (1 : 100)

Cercha B (1 : 100)

Cercha A (1 : 100)

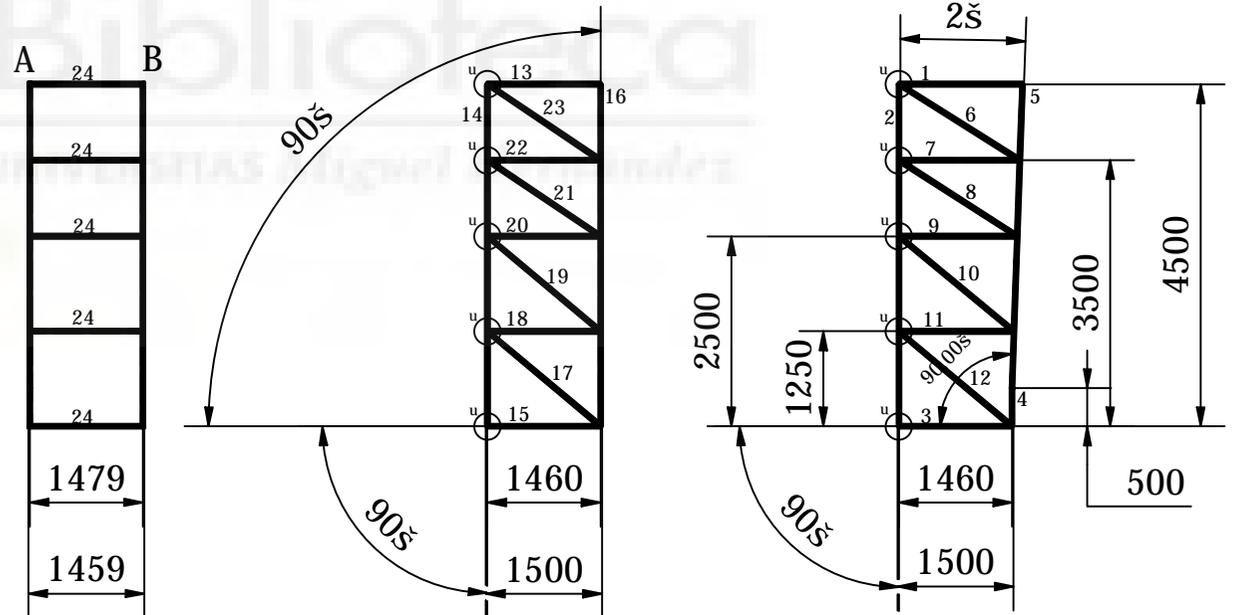
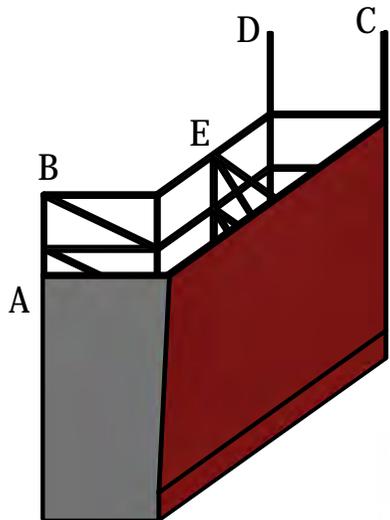


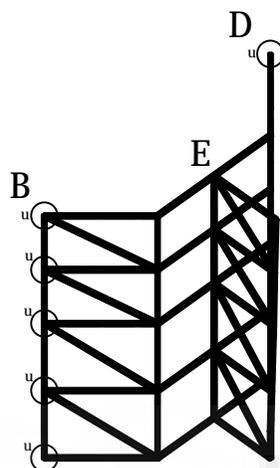
TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCiE N
Viga	1,3,7,9,1 1,13,15,1 8,20,22,2 4,35,41,4 3,45,47	35	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar	2,4,5,14, 16,31,32, 33,34,36, 37,38,39, 40	19	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	6,8,10,12 ,17,19,21 ,23,42,44 ,46,48	20	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Viga Union BD	25	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Viga Union AC	26,27,28, 29,30	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados

Diseo de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan Garcza Cabrera	N. de Plano 5	Unidades mm	Fecha 22/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Mdulo de Boulder 1	Escala 1 : 100	Hoja 1 / 3

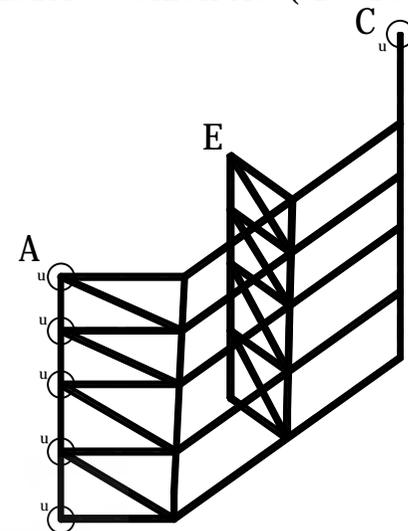
VISTA3 - Uniones (1 : 100)



VISTA4 - Union BD (1 : 100)



VISTA5 - Union AC (1 : 100)



Cercha E (1 : 100)

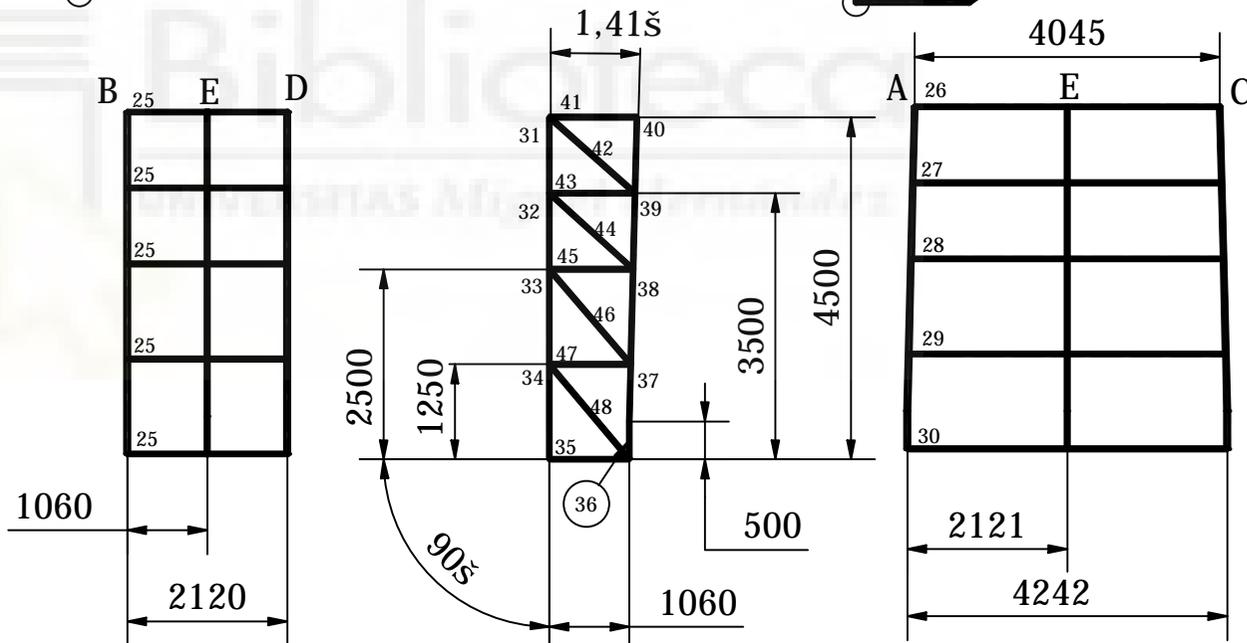


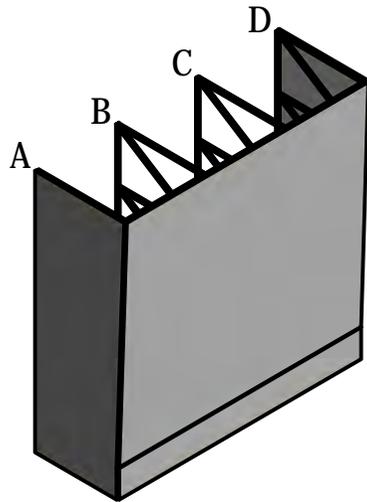
TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
Viga	1,3,7,9,11,13,15,18,20,22,24,35,41,43,45,47	35	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar	2,4,5,14,16,31,32,33,34,36,37,38,39,40	19	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	6,8,10,12,17,19,21,23,42,44,46,48	20	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Viga Union BD	25	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Viga Union AC	26,27,28,29,30	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N. de Plano 6	Unidades mm	Fecha 22/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Módulo de Boulder 1	Escala 1 : 100	Hoja 2 / 3

TABLA					
ELEMENTO	NOMBRE	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	Viga	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1639,68	3279,366 mm	Perfiles huecos cuadrados
2,14,16	Pilar	6	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4500	27000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
3,13,15,18,20,22,24	Viga	22	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1500	33000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
4.36	Pilar	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 500	1500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
5	Pilar	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4002,44	8004,876 mm	Perfiles huecos cuadrados
6	Tirante		NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1890,84	3781,673 mm	Perfiles huecos cuadrados
7	Viga	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1604,76	3209,525 mm	Perfiles huecos cuadrados
8	Tirante	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1861,29	3722,581 mm	Perfiles huecos cuadrados
9	Viga	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1569,84	3139,683 mm	Perfiles huecos cuadrados
10	Tirante	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1972,75	3945,508 mm	Perfiles huecos cuadrados
11	Viga	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1526,19	3052,381 mm	Perfiles huecos cuadrados
12,17,19	Tirante	6	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1952,56	11715,375 mm	Perfiles huecos cuadrados
21.23	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1802,78	7211,103 mm	Perfiles huecos cuadrados
25	Viga Union BD	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2121,32	10606,602 mm	Perfiles huecos cuadrados
26	Viga Union AC	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4045,1	4045,099 mm	Perfiles huecos cuadrados
27	Viga Union AC	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4094,48	4094,484 mm	Perfiles huecos cuadrados
28	Viga Union AC	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4143,87	4143,870 mm	Perfiles huecos cuadrados
29	Viga Union AC	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4205,6	4205,602 mm	Perfiles huecos cuadrados
30	Viga Union AC	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4242,64	12727,922 mm	Perfiles huecos cuadrados
31.32	Pilar	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1000	2000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
33.34	Pilar	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1250	2500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
35	Viga	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1060,66	1060,660 mm	Perfiles huecos cuadrados
37	Pilar	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 750,23	750,229 mm	Perfiles huecos cuadrados
38	Pilar	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1250,38	1250,381 mm	Perfiles huecos cuadrados
39, 40	Pilar	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1000,3	2000,610 mm	Perfiles huecos cuadrados
41	Viga	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1159,43	1159,431 mm	Perfiles huecos cuadrados
42	Tirante	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1512,49	1512,492 mm	Perfiles huecos cuadrados
43	Viga	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1134,74	1134,738 mm	Perfiles huecos cuadrados
44	Tirante	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1494,06	1494,055 mm	Perfiles huecos cuadrados
45	Viga	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1110,05	1110,046 mm	Perfiles huecos cuadrados
46	Tirante	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1651,4	1651,402 mm	Perfiles huecos cuadrados
47	Viga	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1079,18	1079,180 mm	Perfiles huecos cuadrados
48	Tirante	1	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1639,36	1639,360 mm	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N. de Plano 7	Unidades mm	Fecha 22/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Módulo de Boulder 1	Escala 1 : 100	Hoja 3 / 3

VISTA3 (1 : 100)

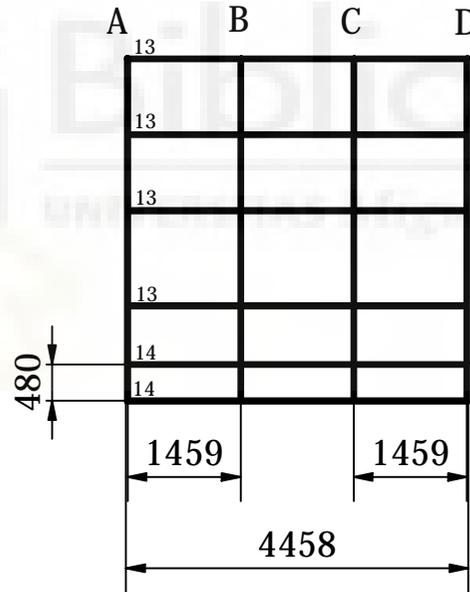


Cercha A= Cercha B - C -D

⊙ = Union anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metzlico de expansiCn por aprete.

Todos los demzs elementos van soldados a tope.

VISTA2 (1 : 100)



VISTA1 - Cercha A (1 : 100)

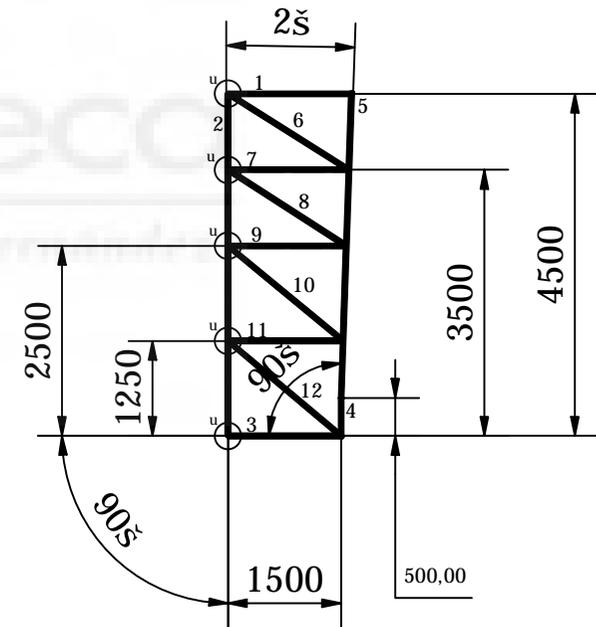


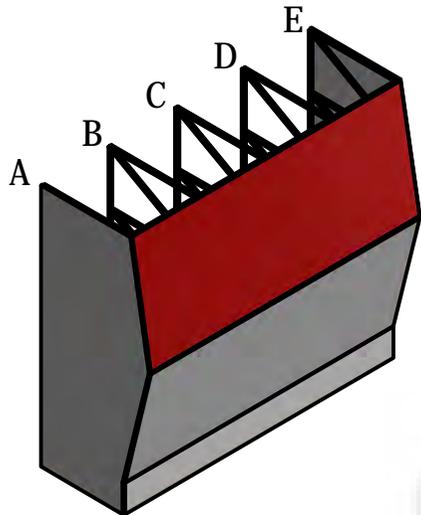
TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	N, DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCI6N
Viga	1,3,7,9,11,13,14	34	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar	2,4,5	12	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	6,8,10,12	16	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados

Diseo de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan Garcza Cabrera	N, de Plano 8	Unidades mm	Fecha 23/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		M6ulo de Boulder 2	Escala 1 : 100	Hoja 1 / 2

TABLA					
ELEMENTO	NOMBRE	N, DE PIEZAS	N, DE PIEZA	CTDAD	DESCRIPCIÉ N
1	Viga	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1639,68	6558,732 mm	Perfiles huecos cuadrados
2	Pilar	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4500	1800,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
3.13	Viga	16	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1500	24000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
4	Pilar	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 500	2000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
5	Pilar	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4002,44	16009,753 mm	Perfiles huecos cuadrados
6	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1890,84	7563,345 mm	Perfiles huecos cuadrados
7	Viga	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1604,76	6419,049 mm	Perfiles huecos cuadrados
8	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1861,29	7445,162 mm	Perfiles huecos cuadrados
9	Viga	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1569,84	6279,366 mm	Perfiles huecos cuadrados
10	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1972,75	7891,015 mm	Perfiles huecos cuadrados
11	Viga	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1526,19	6104,762 mm	Perfiles huecos cuadrados
12	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1952,56	7810,250 mm	Perfiles huecos cuadrados
14	Viga	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4500	9000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N, de Plano 9	Unidades mm	Fecha 23/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Modulo de Boulder 2	Escala 1 : 100	Hoja 2 / 2

VISTA3 (1 : 100)

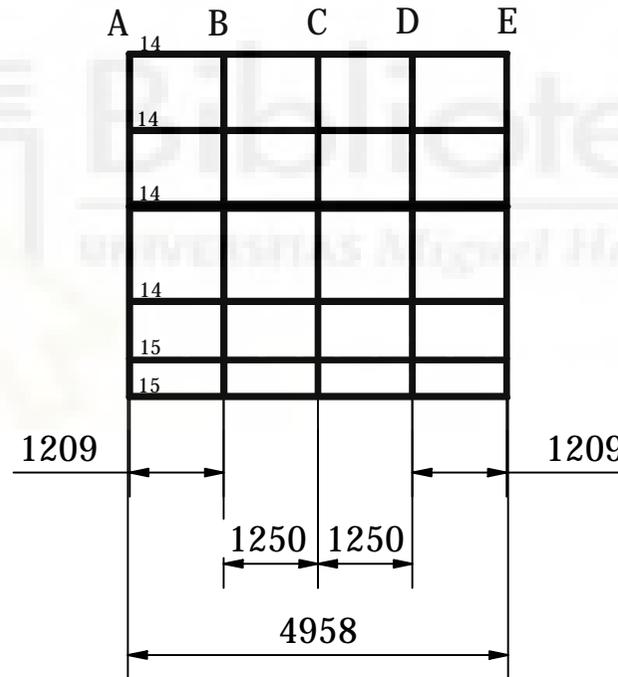


Cercha A= Cercha B - C - D - E

⊕ = Union anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metzlico de expansiCn por aprete.

Todos los demzs elementos van soldados a tope.

VISTA2 (1 : 100)



VISTA1 - Cercha A (1 : 100)

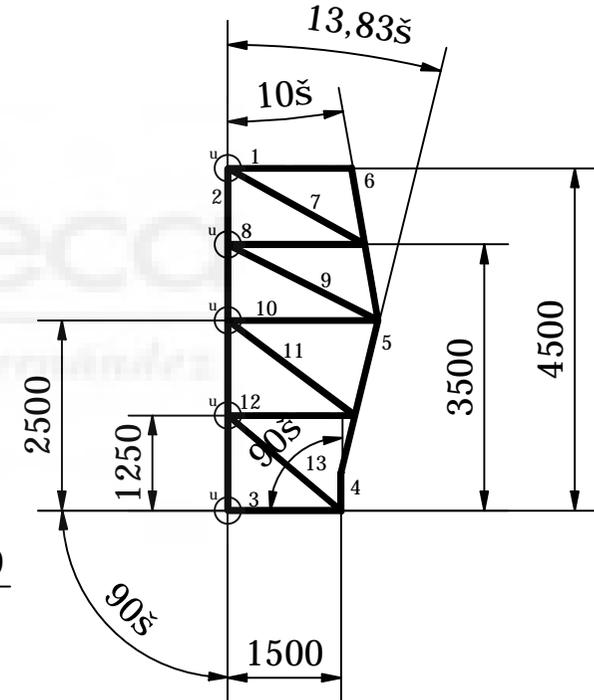


TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	N _o DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCIÉ N
Viga	1,3,8,10,12,14,15	47	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar	2,4,5,6	20	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	7,9,11,13	20	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N _o de Plano 10	Unidades mm	Fecha 23/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Módulo de Boulder 3	Escala 1 : 100	Hoja 1 / 2

TABLA					
ELEMENTO	NOMBRE	N, DE PIEZA	CTDAD	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	Viga	5	8198,415 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1639,68	Perfiles huecos cuadrados
2	Pilar	5	22500,000 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4500	Perfiles huecos cuadrados
3	Viga	5	7500,000 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1500	Perfiles huecos cuadrados
4	Pilar	5	2500,000 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 500	Perfiles huecos cuadrados
5	Pilar	5	10298,538 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2059,71	Perfiles huecos cuadrados
6	Pilar	5	10154,266 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2030,85	Perfiles huecos cuadrados
7	Tirante	5	10365,680 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2073,14	Perfiles huecos cuadrados
8	Viga	5	9080,050 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1816,01	Perfiles huecos cuadrados
9	Tirante	5	11146,083 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2229,22	Perfiles huecos cuadrados
10	Viga	5	9961,685 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1992,34	Perfiles huecos cuadrados
11	Tirante	5	10488,644 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2097,73	Perfiles huecos cuadrados
12	Viga	5	8423,132 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1684,63	Perfiles huecos cuadrados
13	Tirante	5	9762,812 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1952,56	Perfiles huecos cuadrados
14	Viga	20	25000,000 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1250	Perfiles huecos cuadrados
15	Viga	2	10000,000 mm	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 5000	Perfiles huecos cuadrados

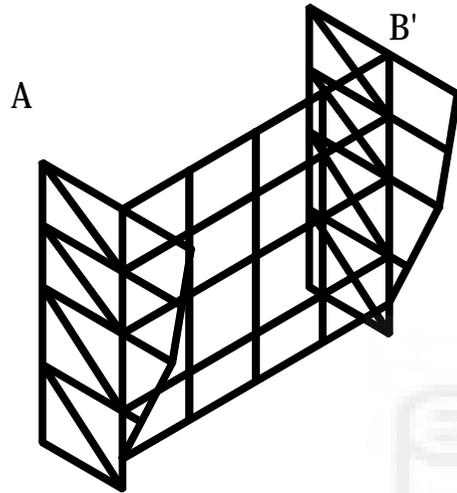
Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N, de Plano 11	Unidades mm	Fecha 23/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Modulo de Boulder 3	Escala 1 : 100	Hoja 2 / 2

U = Union anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metálico de expansión por apriete.

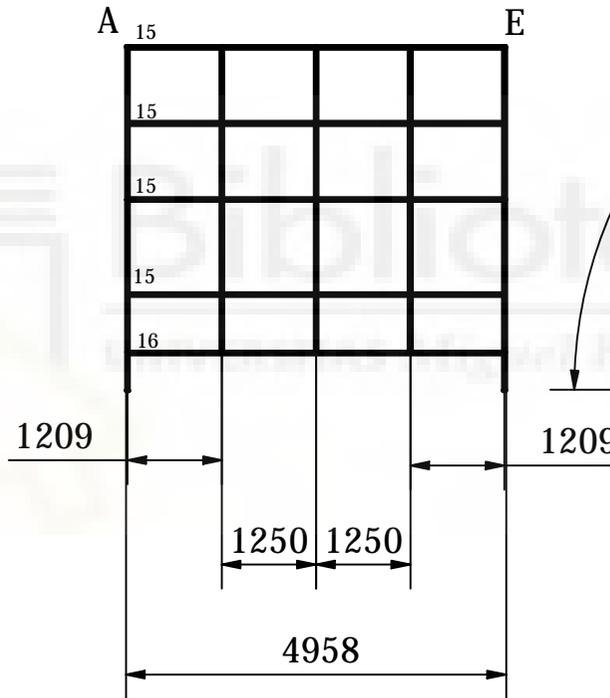
Todos los demás elementos van soldados a tope.

VISTA6 (1 : 100)

E



VISTA5 - Cara B' (1 : 100)



VISTA4 - Cercha A (1 : 100)

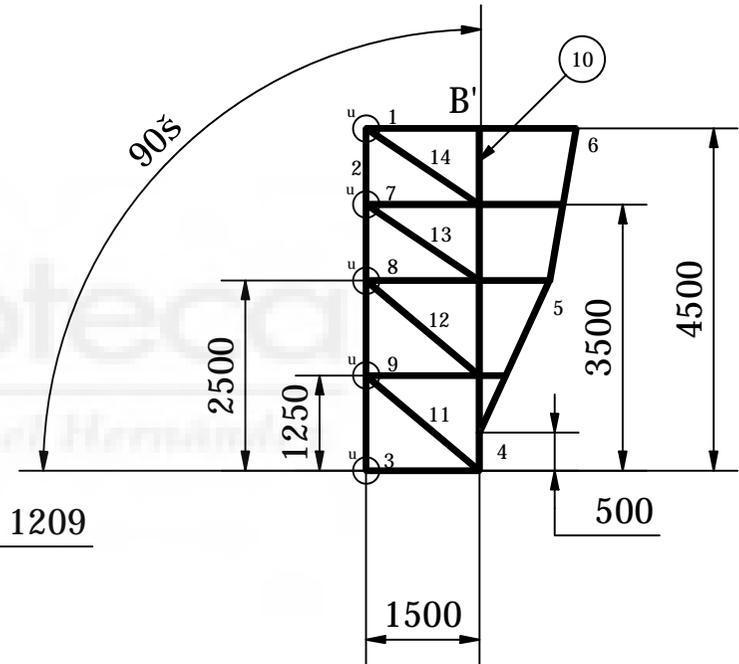


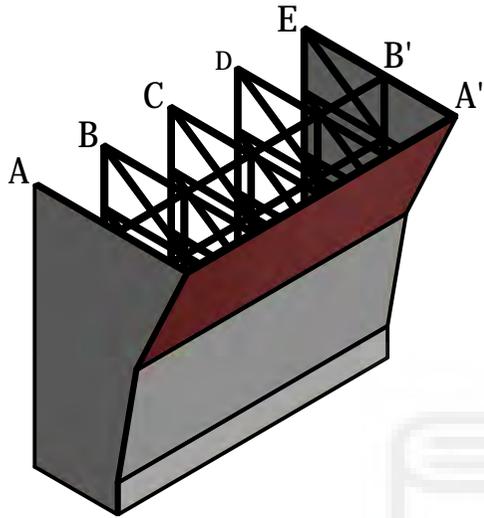
TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
Viga	1,3,7,8,9,15,16	63	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar	2,4,5,6,10	25	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	11,12,13,14	20	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 13	Unidades mm	Fecha 23/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Módulo de Boulder 4	Escala 1 : 100	Hoja 2 / 3

TABLA					
ELEMENTO	NOMBRE	N. DE PIEZA	TIPO DE PIEZA	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	Viga	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2785,27	13926,346 mm	Perfiles huecos cuadrados
2	Pilar	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4500	22500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
3	Viga	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1500	7500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
4	Pilar	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 500	2500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
5	Pilar	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2206,76	11033,779 mm	Perfiles huecos cuadrados
6	Pilar	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2030,85	10154,266 mm	Perfiles huecos cuadrados
7	Viga	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2608,94	13044,711 mm	Perfiles huecos cuadrados
8	Viga	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2432,62	12163,077 mm	Perfiles huecos cuadrados
9	Viga	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1849,73	9248,654 mm	Perfiles huecos cuadrados
10	Pilar	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4000	20000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
11.12	Tirante	10	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1952,56	19525,624 mm	Perfiles huecos cuadrados
13.14	Tirante	10	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1802,78	18027,756 mm	Perfiles huecos cuadrados
15	Viga	36	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1250	45000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
16	Viga	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 5000	10000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N. de Plano 14	Unidades mm	Fecha 23/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Módulo de Boulder 4	Escala 1 : 100	Hoja 3 / 3

VISTA3 (1 : 100)

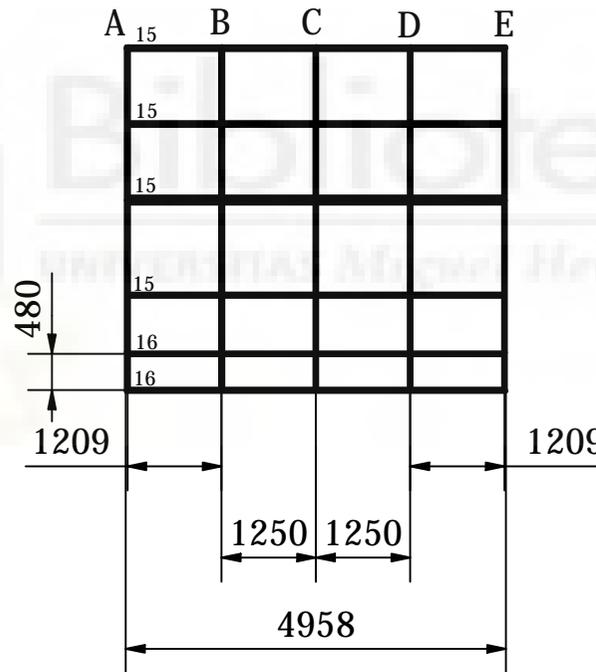


Cercha A= Cerchas B - C - D - E

U = Unión anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metálico de expansión por apriete.

Todos los demás elementos van soldados a tope.

VISTA2 - Cara A' (1 : 100)



VISTA1 - Cercha A (1 : 100)

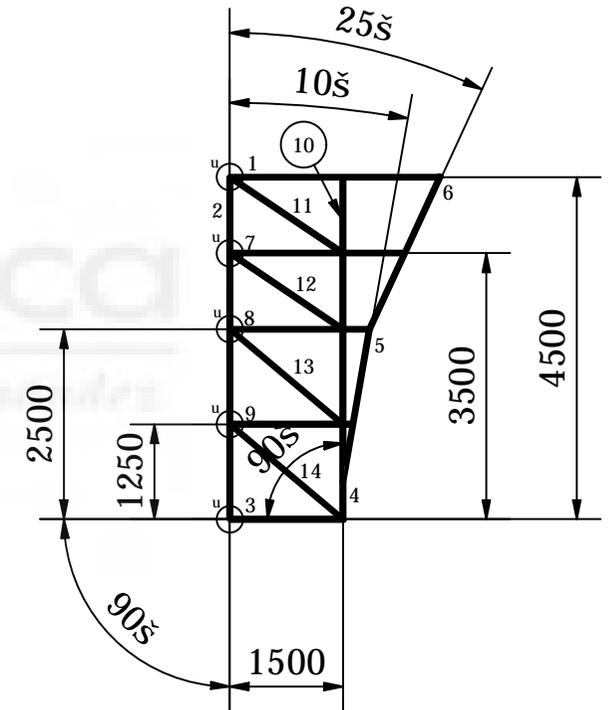
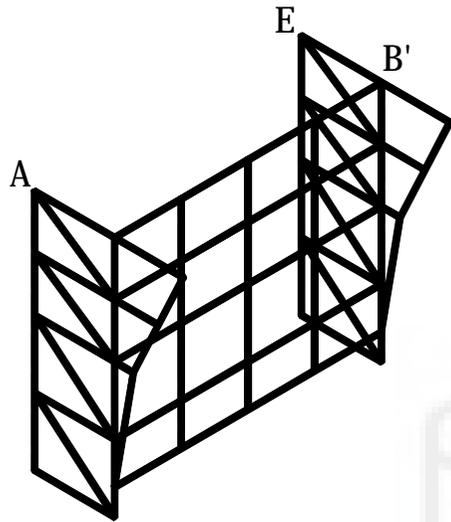


TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
Viga	1,3,7,8,9,15,16	63	NF EN 10219 -2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar	2,4,5,6,10	25	NF EN 10219 -2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	11,12,13,14	20	NF EN 10219 -2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N. de Plano 15	Unidades mm	Fecha 23/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Módulo de Boulder 5	Escala 1 : 100	Hoja 1 / 3

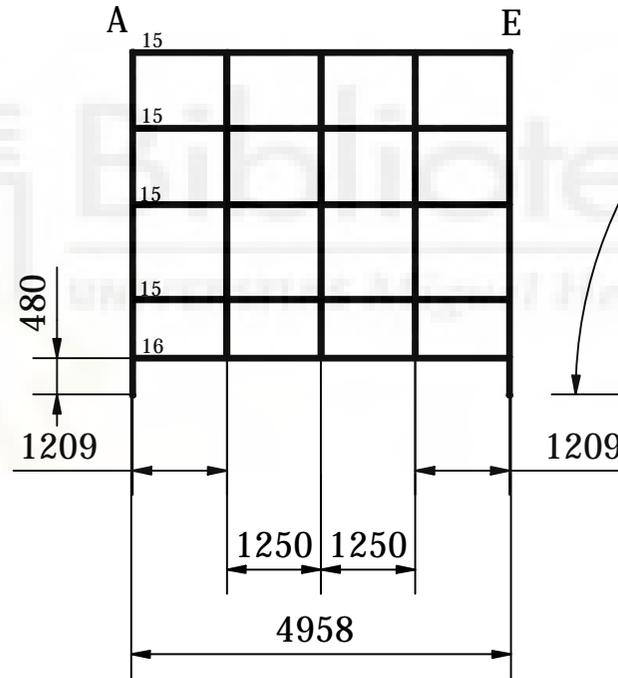
VISTA6 (1 : 100)



U = Unión anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metálico de expansión por apriete.

Todos los demás elementos van soldados a tope.

VISTA5 - Cara B' (1 : 100)



VISTA4 - Cercha A (1 : 100)

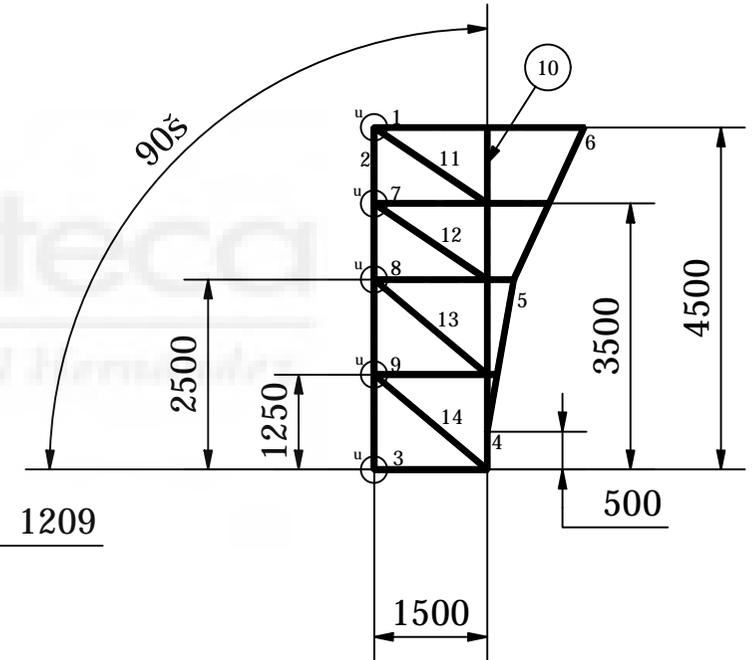


TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
Viga	1,3,7,8,9,15,16	63	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar	2,4,5,6,10	25	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	11,12,13,14	20	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 16	Unidades mm	Fecha 23/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Módulo de Boulder 5	Escala 1 : 100	Hoja 2 / 3

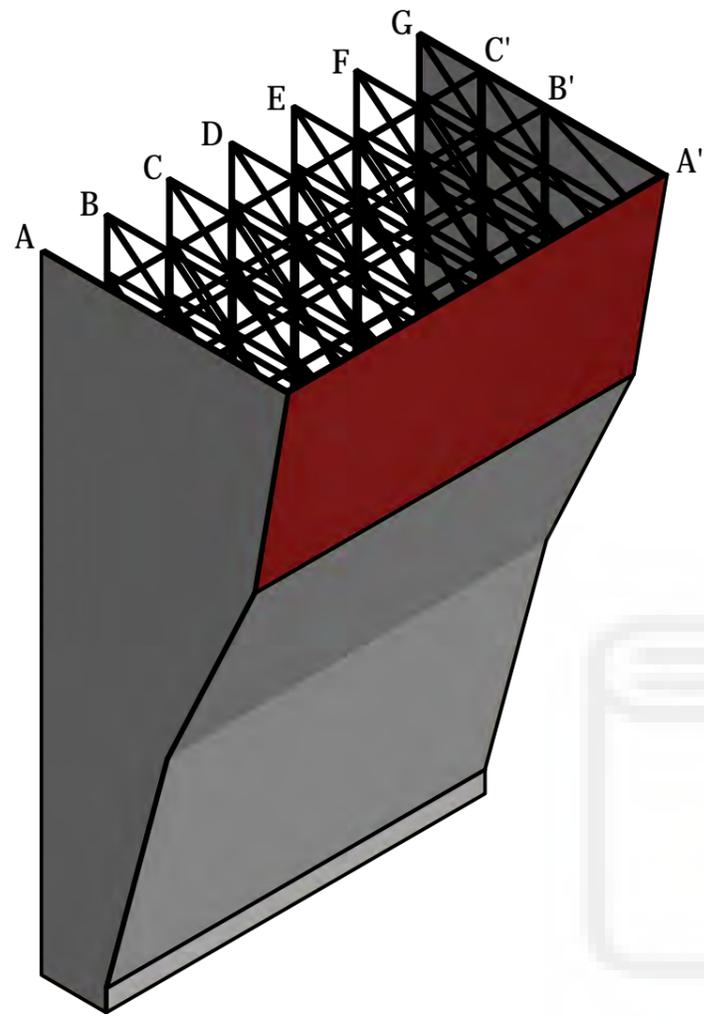
TABLA					
ELEMENTO	NOMBRE	N.º DE PIEZA	TIPO DE PIEZA	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	Viga	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2785,27	13926,346 mm	Perfiles huecos cuadrados
2	Pilar	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4500	22500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
3	Viga	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1500	7500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
4	Pilar	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 500	2500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
5	Pilar	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2030,85	10154,266 mm	Perfiles huecos cuadrados
6	Pilar	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2206,76	11033,779 mm	Perfiles huecos cuadrados
7	Viga	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2318,96	11594,808 mm	Perfiles huecos cuadrados
8	Viga	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1852,65	9263,270 mm	Perfiles huecos cuadrados
9	Viga	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1632,25	8161,226 mm	Perfiles huecos cuadrados
10	Pilar	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4000	20000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
11, 12	Tirante	10	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1802,78	18027,756 mm	Perfiles huecos cuadrados
13, 14	Tirante	10	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1952,56	19525,624 mm	Perfiles huecos cuadrados
15	Viga	36	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1250	45000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
16	Viga	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 5000	10000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 17	Unidades mm	Fecha 23/08/2021
UMH		MODULOS DE BOULDER		
		Módulo de Boulder 5	Escala 1 : 100	Hoja 3 / 3

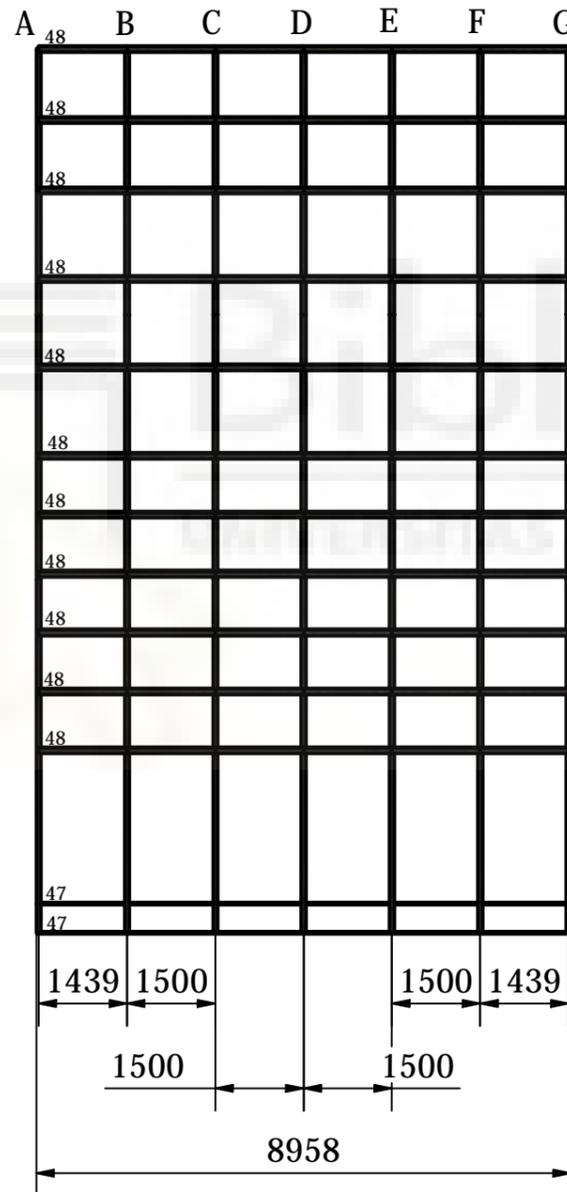
VISTA3 (1 : 120)

Cercha A= Cercha B - C - D - E - F - G

U = UniCn anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metzlico de expansiCn por aprete.
Todos los demzsz elementos van soldados a tope.



VISTA2 - Cara A' (1 : 120)



VISTA1 - Cercha A (1 : 120)

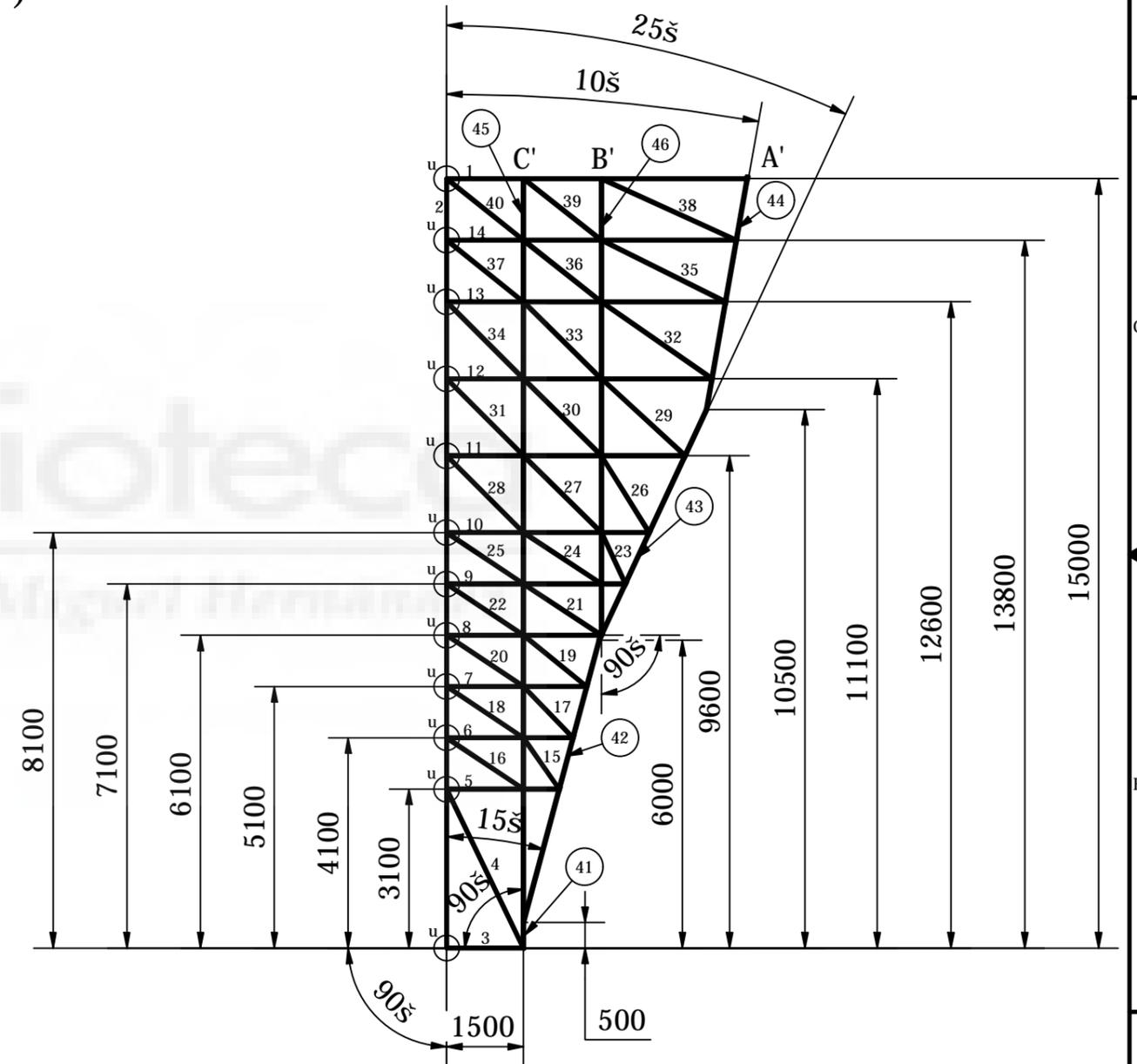


TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	CTDAD	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCION
Viga de refuerzo	1,3,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,47	104	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar de refuerzo	2	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	4,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40	189	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar Principal	41,42,43,44,45,46	42	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
Viga Principal	48	66	NF A 45-202 - U 100 x 50	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas

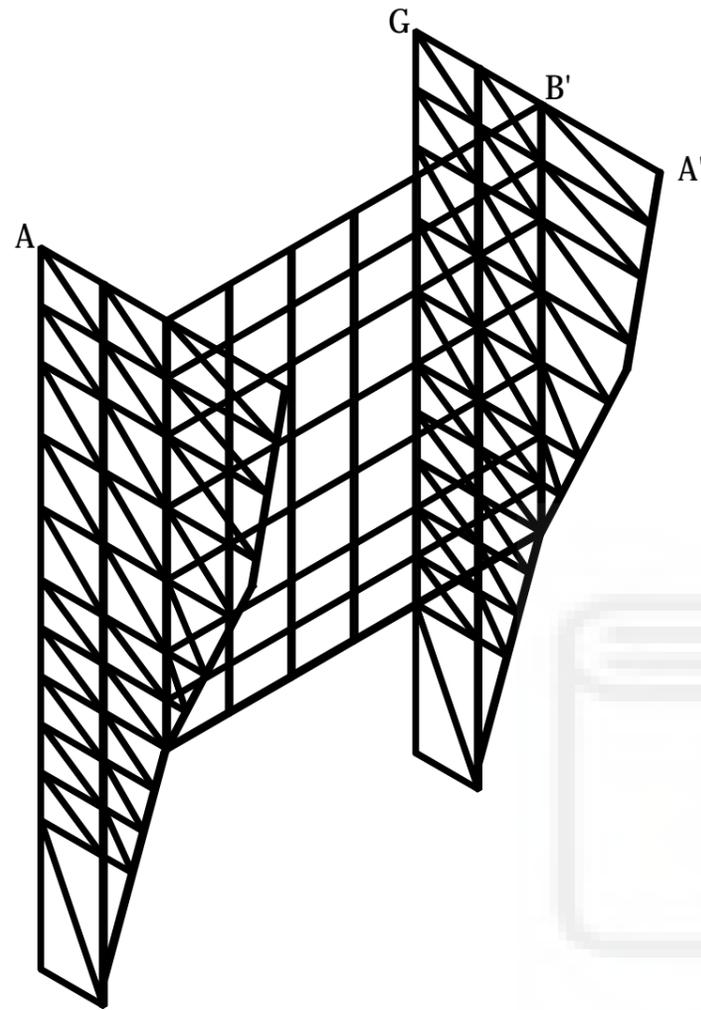
Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 18	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULOS DE DIFICULTAD		
		Módulo de Dificultad 1	Escala 1 : 120	Hoja 1 / 4

VISTA6 (1 : 120)

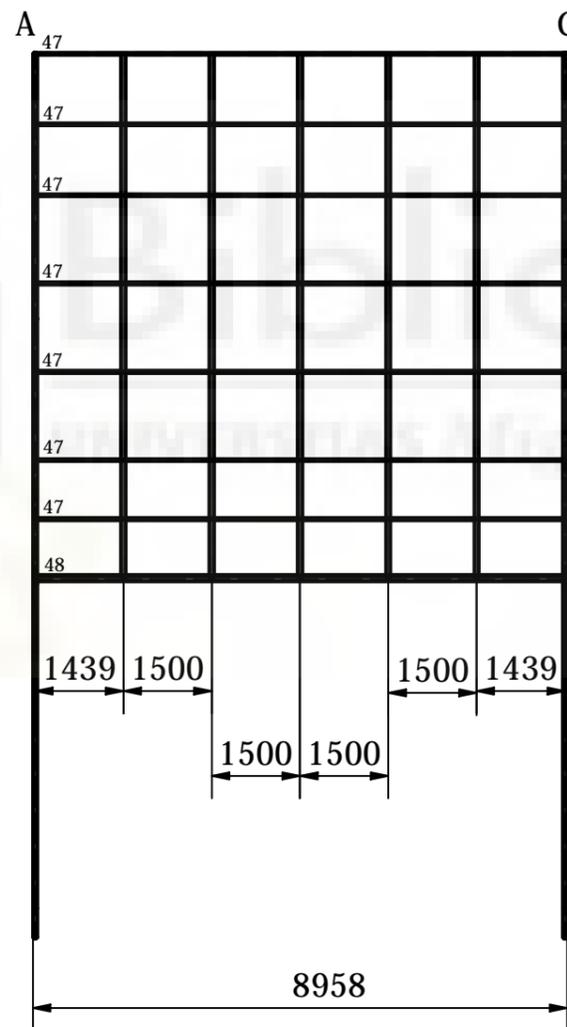
Cercha A= Cercha B - C - D - E - F - G

U = UniC₈₀ anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metzlico de expansiC₈₀ por aprete.

Todos los demzs elementos van soldados a tope.



VISTA5 - Cara B' (1 : 120)



VISTA4 - Cercha A (1 : 120)

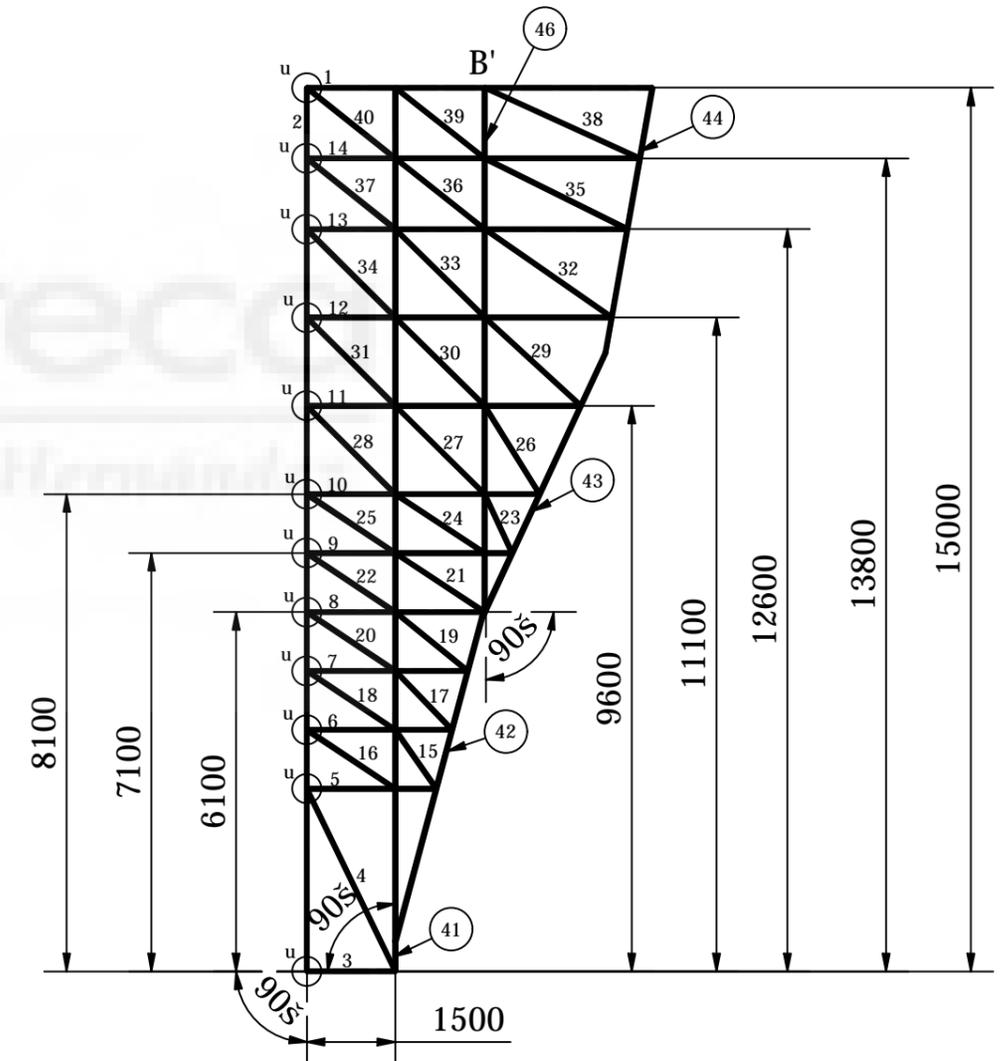


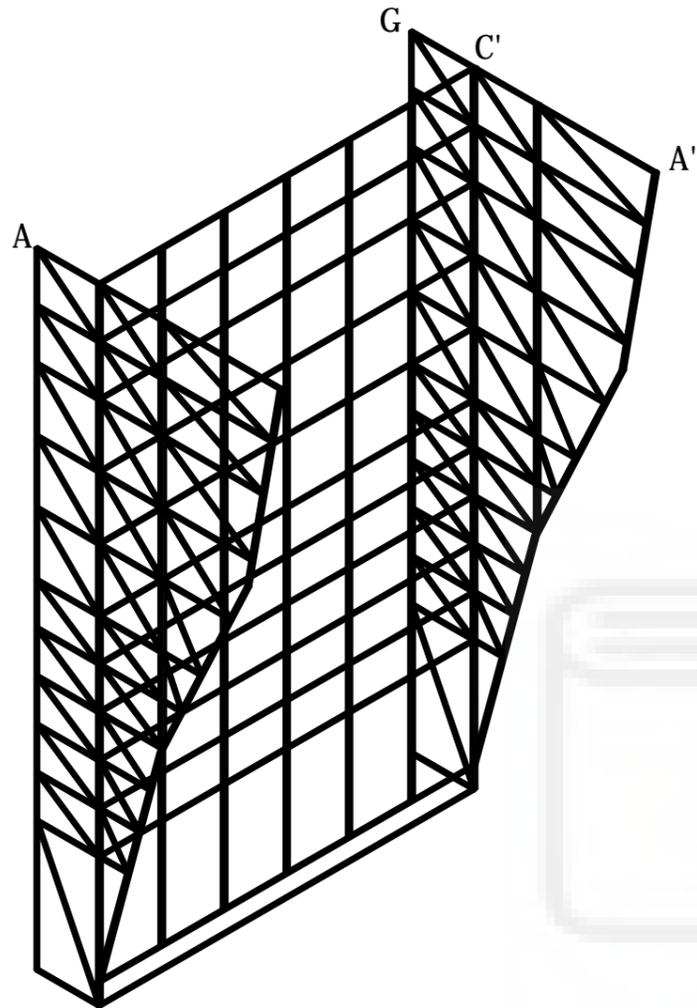
TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	CTDAD	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCION
Viga de refuerzo	1,3,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,47	104	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar de refuerzo	2	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	4,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40	189	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar Principal	41,42,43,44,45,46	42	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
Viga Principal	48	66	NF A 45-202 - U 100 x 50	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 19	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULOS DE DIFICULTAD		
		Módulo de Dificultad 1	Escala 1 : 120	Hoja 2 / 4

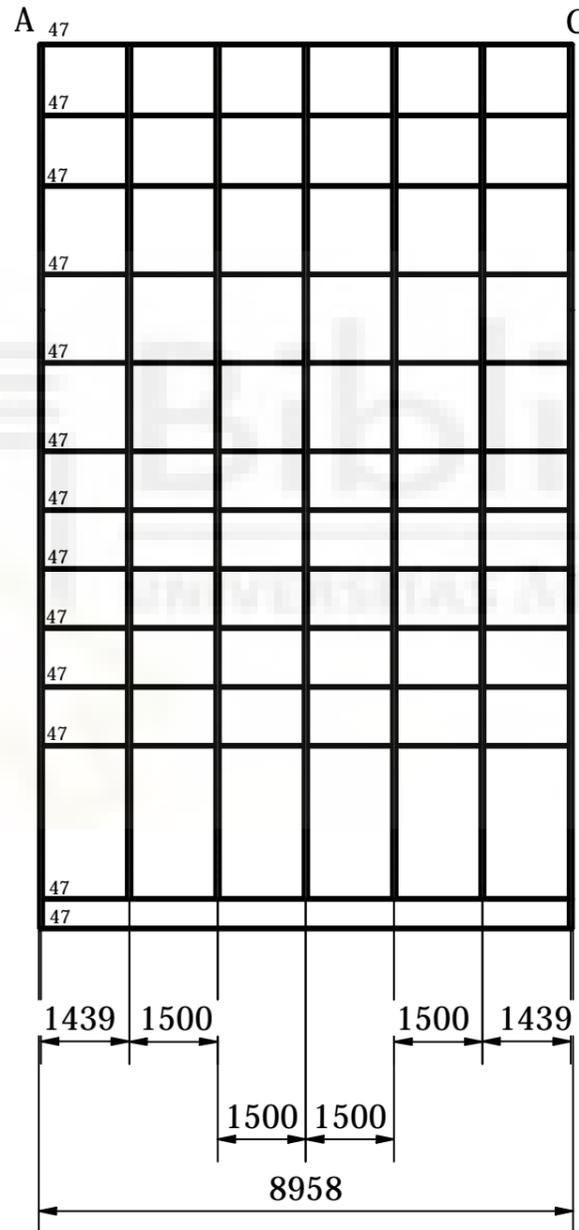
VISTA9 (1 : 120)

Cercha A= Cercha B - C - D - E - F - G

U = Perfil U anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metzlico de expansiCn por aprete.
Todos los demzs elementos van soldados a tope.



VISTA8 - Cara C' (1 : 120)



VISTA7 - Cercha A (1_A: 120)

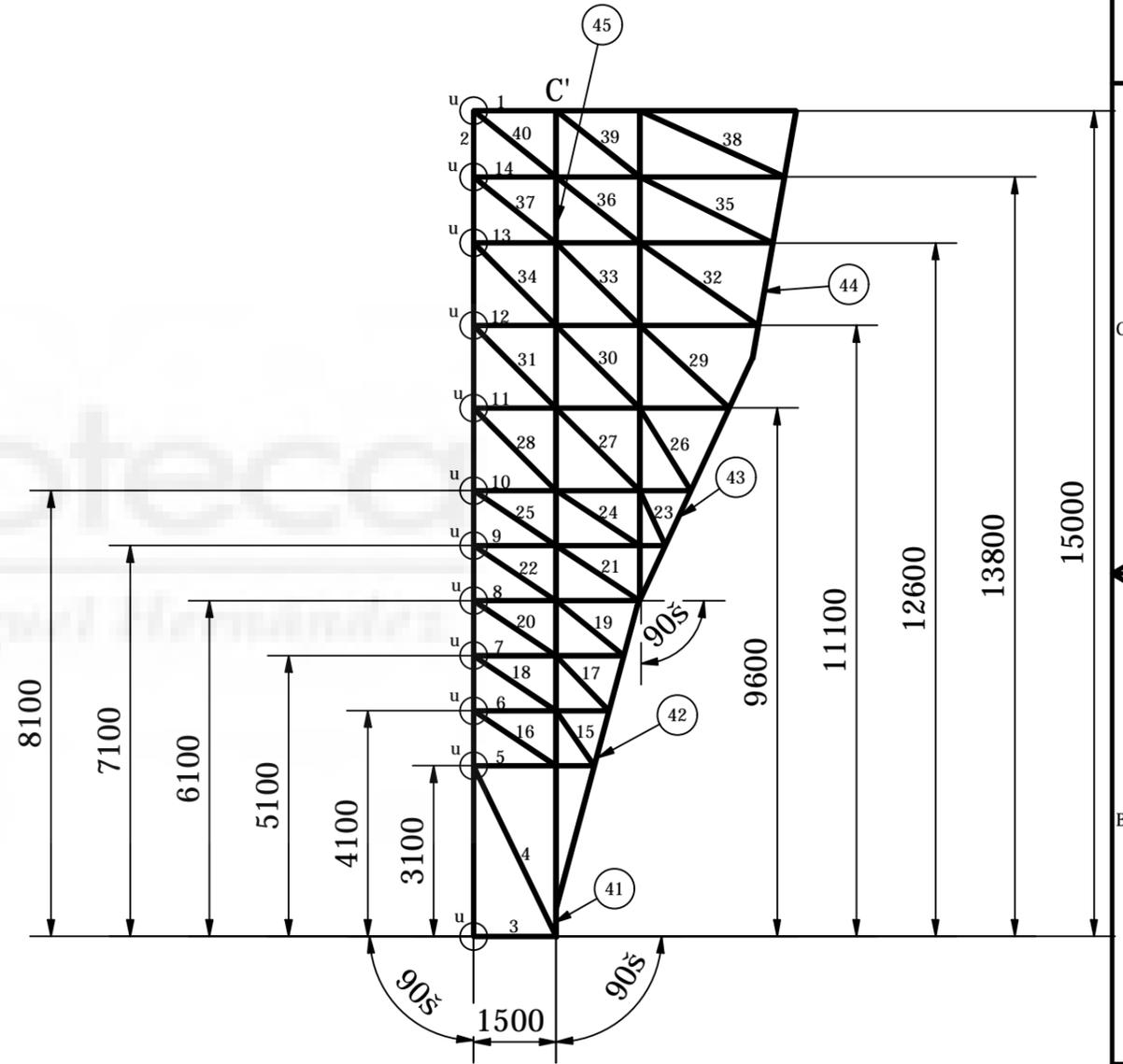


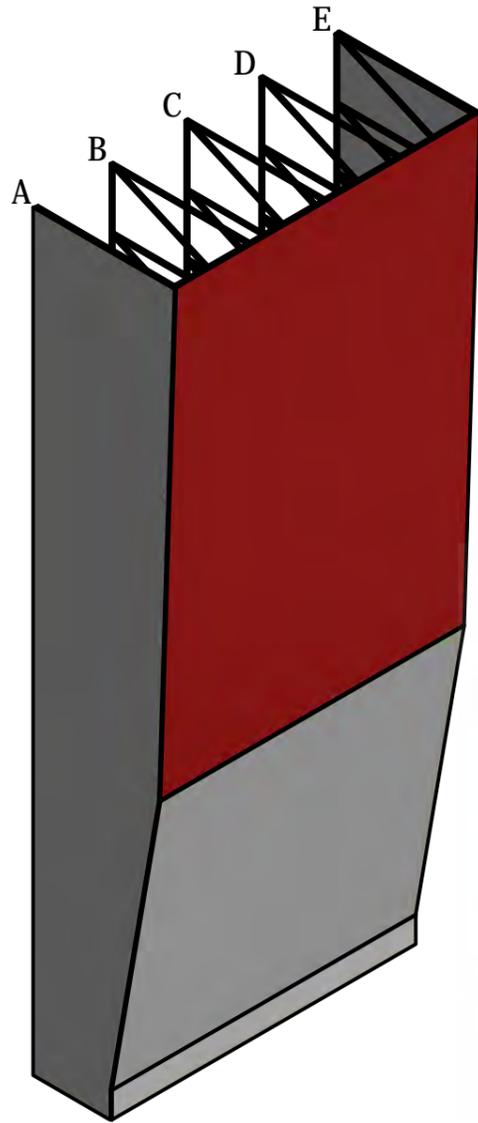
TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	CTDAD	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCI6N
Viga de refuerzo	1,3,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,47	104	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar de refuerzo	2	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	4,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40	189	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar Principal	41,42,43,44,45,46	42	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
Viga Principal	48	66	NF A 45-202 - U 100 x 50	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 20	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULOS DE DIFICULTAD		
		Módulo de Dificultad 1	Escala 1 : 120	Hoja 3 / 4

TABLA					
ELEMENTO	NOMBRE	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 5865,58	41059,035 mm	Perfiles huecos cuadrados
2	Pilar de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 15000	105000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
3	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1500	10500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
4	Tirante	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 3443,84	24106,846 mm	Perfiles huecos cuadrados
5	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2196,67	15376,675 mm	Perfiles huecos cuadrados
6	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2464,62	17252,320 mm	Perfiles huecos cuadrados
7	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2732,57	19127,964 mm	Perfiles huecos cuadrados
8	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 3020,35	21142,459 mm	Perfiles huecos cuadrados
9	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 3486,66	24406,613 mm	Perfiles huecos cuadrados
10	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 3952,97	27670,766 mm	Perfiles huecos cuadrados
11	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4652,43	32566,997 mm	Perfiles huecos cuadrados
12	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 5177,9	36245,308 mm	Perfiles huecos cuadrados
13	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 5442,39	38096,742 mm	Perfiles huecos cuadrados
14	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 5653,98	39577,888 mm	Perfiles huecos cuadrados
15	Viga de refuerzo	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1218,75	8531,234 mm	Perfiles huecos cuadrados
16-18-20-22-25	Tirante	35	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1802,78	63097,147 mm	Perfiles huecos cuadrados
17	Tirante	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1389,42	9725,935 mm	Perfiles huecos cuadrados
19	Tirante	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1587,2	11110,435 mm	Perfiles huecos cuadrados
21-24	Tirante	14	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1819,74	25476,416 mm	Perfiles huecos cuadrados
23	Tirante	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1103,38	7723,645 mm	Perfiles huecos cuadrados
26	Tirante	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1766,29	12364,012 mm	Perfiles huecos cuadrados
27-30-33	Tirante	21	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2135,76	44850,947 mm	Perfiles huecos cuadrados
28-31-34	Tirante	21	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2121,32	44547,727 mm	Perfiles huecos cuadrados
29	Tirante	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2216,68	15516,767 mm	Perfiles huecos cuadrados
32	Tirante	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2627,74	18394,185 mm	Perfiles huecos cuadrados
37-40	Tirante	14	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1920,94	26893,122 mm	Perfiles huecos cuadrados
36-39	Tirante	14	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1936,87	27116,190 mm	Perfiles huecos cuadrados
35	Tirante	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2703,01	18921,091 mm	Perfiles huecos cuadrados
38	Tirante	7	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2894,14	20258,950 mm	Perfiles huecos cuadrados
41	Pilar Principal	7	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 500	3500,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
42	Pilar Principal	7	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 5694,02	39858,133 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
43	Pilar Principal	7	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 4965,2	34756,404 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
44	Pilar Principal	7	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 4569,42	31985,938 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
45	Pilar Principal	7	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 14500	101500,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
46	Pilar Principal	7	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 8900	62300,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
47	Viga de refuerzo	20	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 9000	180000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
48	Viga Principal	66	NF A 45-202 - U 100 x 50 - 1500	99000,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas

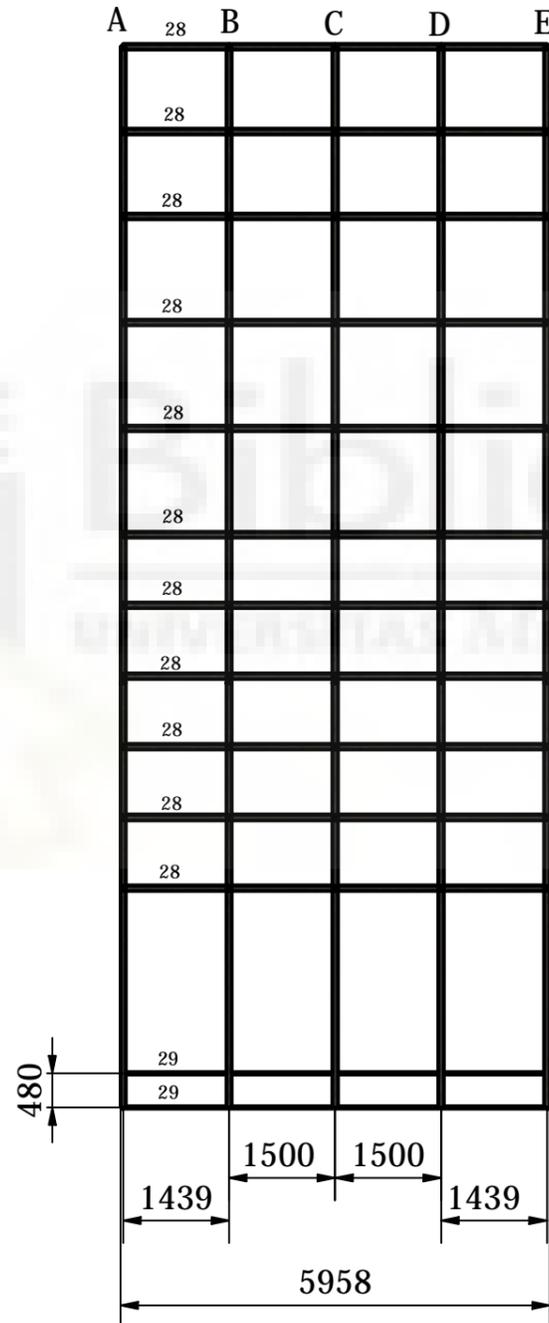
Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N. de Plano 21	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULOS DE DIFICULTAD		
		Módulo de Dificultad 1	Escala 1 : 120	Hoja 4 / 4

VISTA3 (1 : 100)



Cercha A= Cercha B - C - D - E U = UniCñ anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metzlico de expansiCñ por aprete.
Todos los demz elementos van soldados a tope.

VISTA2 (1 : 100)



VISTA1 - Cercha A (1 : 100)

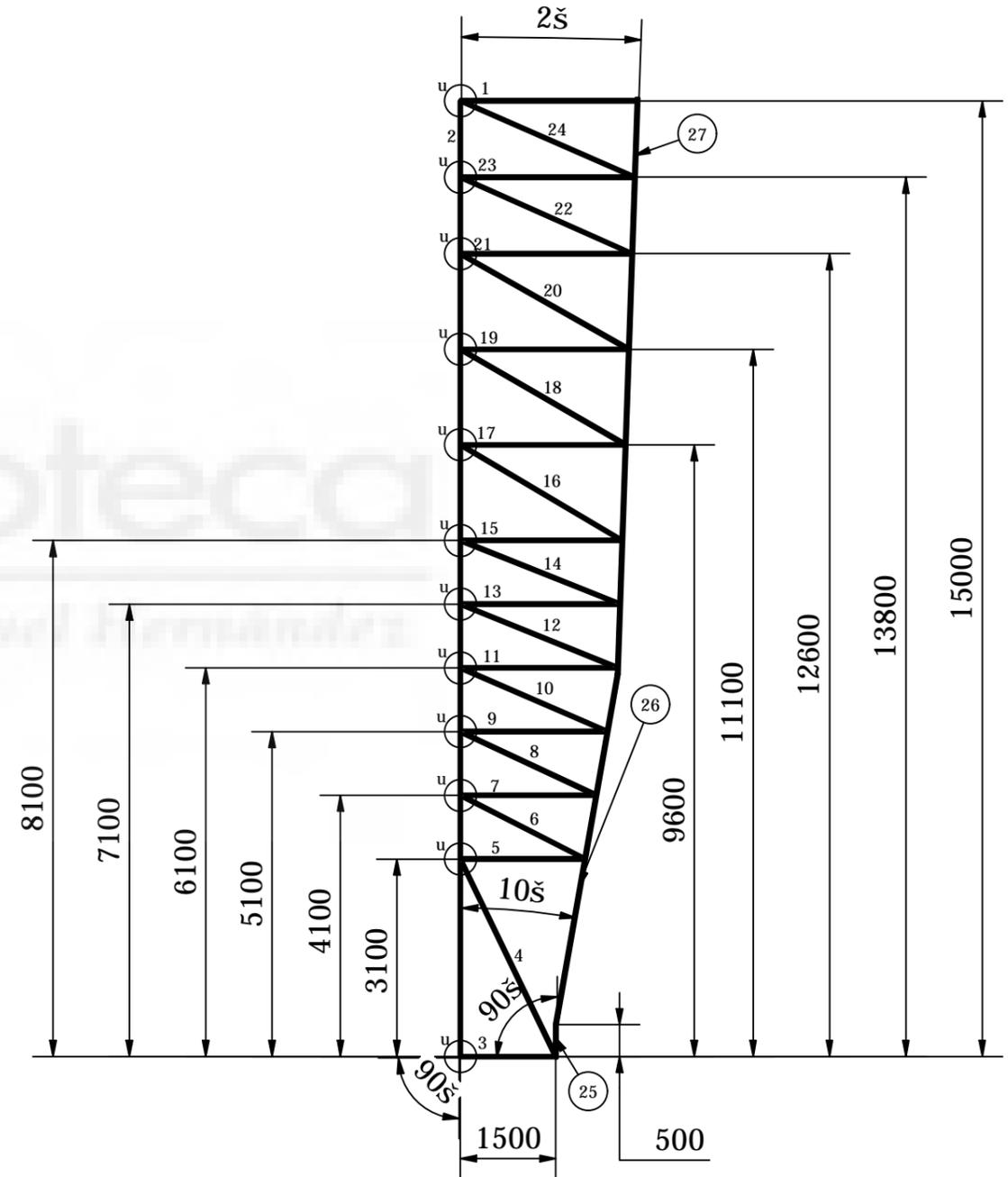


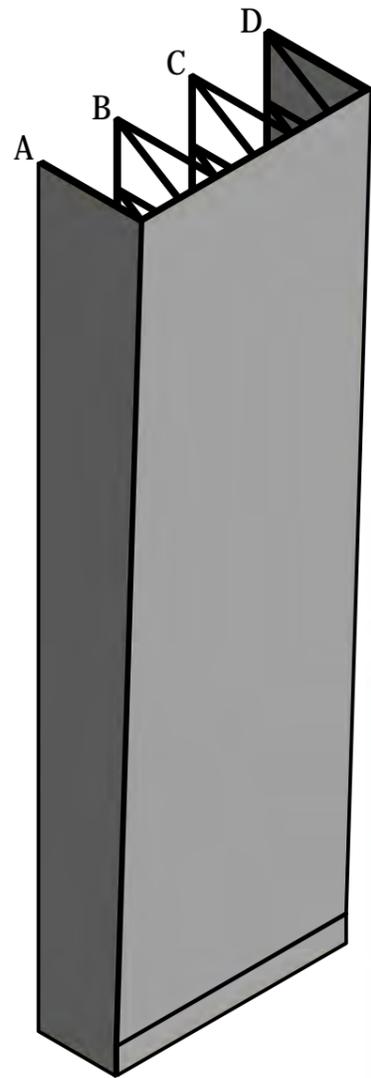
TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	CTDAD	N, DE PIEZA	DESCRIPCION
Viga de refuerzo	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,29	65	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados para construcciCñ conformados en frñ
Pilar de refuerzo	2	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados para construcciCñ conformados en frñ
Tirante	4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	55	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados para construcciCñ conformados en frñ
Pilar Principal	25,26,27	15	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
Viga Principal	28	44	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N, de Plano 22	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULOS DE DIFICULTAD		
Módulo de Dificultad 2		Escala 1 : 100	Hoja 1 / 2	

TABLA					
ELEMENTO	NOMBRE	N, DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2784,09	13920,427 mm	Perfiles huecos cuadrados
2	Pilar de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 15000	75000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
3	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1500	7500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
4	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 3443,84	17219,175 mm	Perfiles huecos cuadrados
5	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1958,45	9792,251 mm	Perfiles huecos cuadrados
6	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2198,98	10994,916 mm	Perfiles huecos cuadrados
7	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2134,78	10673,886 mm	Perfiles huecos cuadrados
8	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2357,39	11786,935 mm	Perfiles huecos cuadrados
9	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2311,1	11555,521 mm	Perfiles huecos cuadrados
10	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2518,17	12590,872 mm	Perfiles huecos cuadrados
11	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2473,29	12366,452 mm	Perfiles huecos cuadrados
12	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2667,8	13339,008 mm	Perfiles huecos cuadrados
13	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2508,21	12541,056 mm	Perfiles huecos cuadrados
14	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2700,21	13501,040 mm	Perfiles huecos cuadrados
15	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2543,13	12715,660 mm	Perfiles huecos cuadrados
16	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2952,54	14762,724 mm	Perfiles huecos cuadrados
17	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2595,51	12977,566 mm	Perfiles huecos cuadrados
18	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2997,78	14988,903 mm	Perfiles huecos cuadrados
19	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2647,89	13239,472 mm	Perfiles huecos cuadrados
20	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 3043,25	15216,228 mm	Perfiles huecos cuadrados
21	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2700,28	13501,377 mm	Perfiles huecos cuadrados
22	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2954,91	14774,545 mm	Perfiles huecos cuadrados
23	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2742,18	13710,902 mm	Perfiles huecos cuadrados
24	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2993,25	14966,256 mm	Perfiles huecos cuadrados
25	Pilar Principal	5	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 500	2500,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
26	Pilar Principal	5	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 5584,85	27924,232 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
27	Pilar Principal	5	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 9005,49	45027,429 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
28	Viga Principal	44	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 1500	66000,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
29	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 6000	30000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N, de Plano 23	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULOS DE DIFICULTAD		
		Módulo de Dificultad 2	Escala 1 : 100	Hoja 2 / 2

VISTA3 (1 : 100)

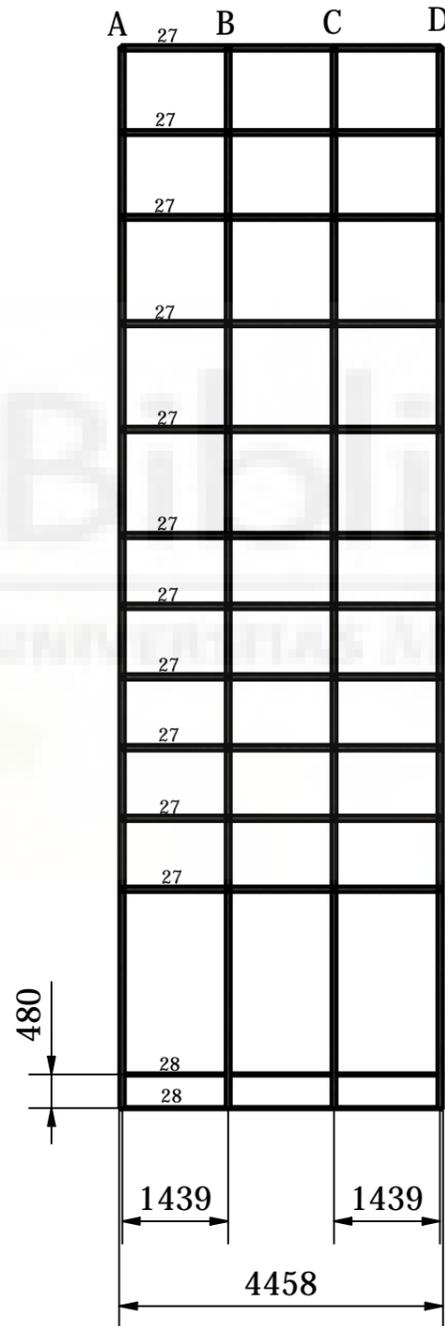


Cercha A= Cercha B - C - D

U = UniCñ anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metzlico de expansiCñ por aprete.

Todos los demzs elementos van soldados a tope.

VISTA2 (1 : 100)



VISTA1 - Cercha A (1 : 100)

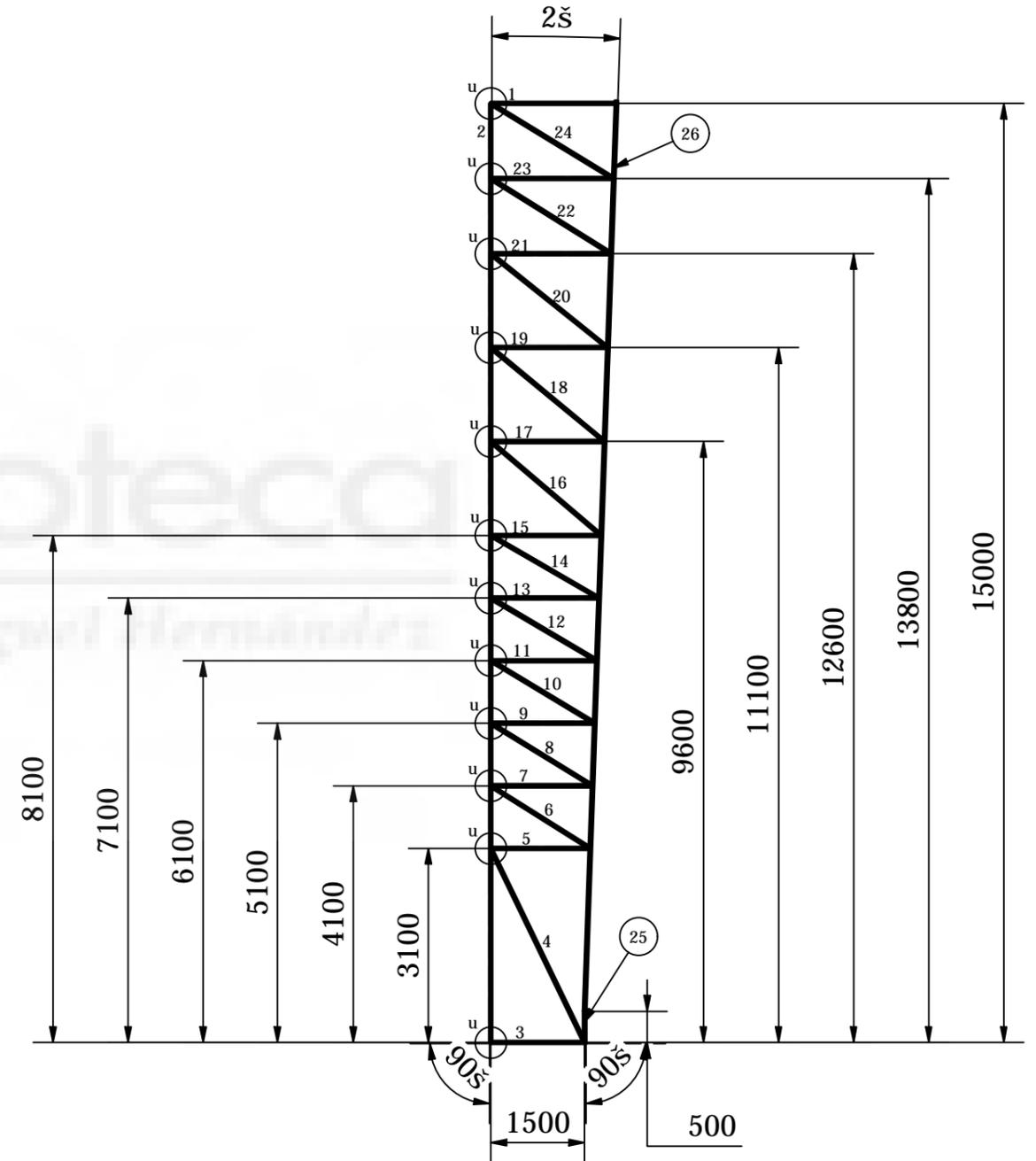


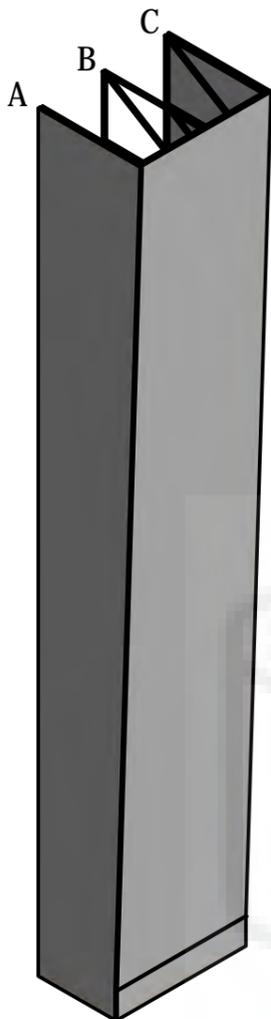
TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	CTDAD	N _o DE PIEZA	DESCRIPCIóN
Viga de refuerzo	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,28	51	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados para construcciCñ conformados en frϕ
Pilar de refuerzo	2	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados para construcciCñ conformados en frϕ
Tirante	4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	44	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados para construcciCñ conformados en frϕ
Pilar Principal	25, 26	8	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
Viga Principal	27	33	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N _o de Plano 24	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULOS DE DIFICULTAD		
		Módulo de Dificultad 3	Escala 1 : 100	Hoja 1 / 2

TABLA					
ELEMENTO	NOMBRE	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2006,35	6019,053 mm	Perfiles huecos cuadrados
2	Pilar de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 15000	60000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
3	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1500	6000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
4	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 3443,84	13775,340 mm	Perfiles huecos cuadrados
5	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1590,79	6363,176 mm	Perfiles huecos cuadrados
6	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1879	7515,984 mm	Perfiles huecos cuadrados
7	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1625,71	6502,859 mm	Perfiles huecos cuadrados
8	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1908,65	7634,604 mm	Perfiles huecos cuadrados
9	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1660,64	6642,542 mm	Perfiles huecos cuadrados
10	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1938,48	7753,926 mm	Perfiles huecos cuadrados
11	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1695,56	6782,225 mm	Perfiles huecos cuadrados
12	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1968,48	7873,918 mm	Perfiles huecos cuadrados
13	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1730,48	6921,908 mm	Perfiles huecos cuadrados
14	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1998,64	7994,549 mm	Perfiles huecos cuadrados
15	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1765,4	7061,591 mm	Perfiles huecos cuadrados
16	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2316,6	9266,395 mm	Perfiles huecos cuadrados
17	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1817,78	7271,116 mm	Perfiles huecos cuadrados
18	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2356,76	9427,042 mm	Perfiles huecos cuadrados
19	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1870,16	7480,641 mm	Perfiles huecos cuadrados
20	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2397,39	9589,577 mm	Perfiles huecos cuadrados
21	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1922,54	7690,165 mm	Perfiles huecos cuadrados
22	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2266,31	9065,244 mm	Perfiles huecos cuadrados
23	Viga de refuerzo	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1964,45	7857,785 mm	Perfiles huecos cuadrados
24	Tirante	4	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2301,97	9207,865 mm	Perfiles huecos cuadrados
25	Pilar Principal	4	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 500	2000,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
26	Pilar Principal	4	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 14508,84	58035,354 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
27	Viga Principal	33	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 1500	49500,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
28	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 4500	13500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N. de Plano 25	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULOS DE DIFICULTAD		
		Módulo de Dificultad 3	Escala 1 : 100	Hoja 2 / 2

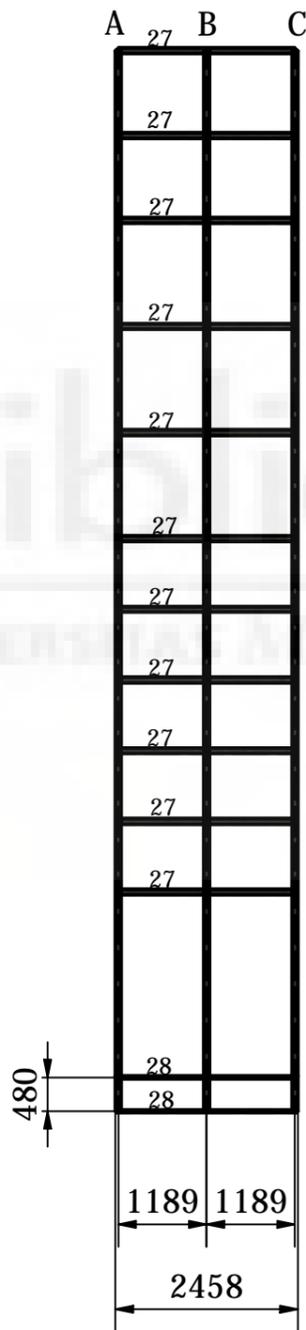
VISTA3 (1 : 100)



Cercha A= Cercha B - C

U = Perfil U anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metálico de expansión por apriete.
Todos los demás elementos van soldados a tope.

VISTA2 (1 : 100)



VISTA1 - Cercha A (1 : 100)

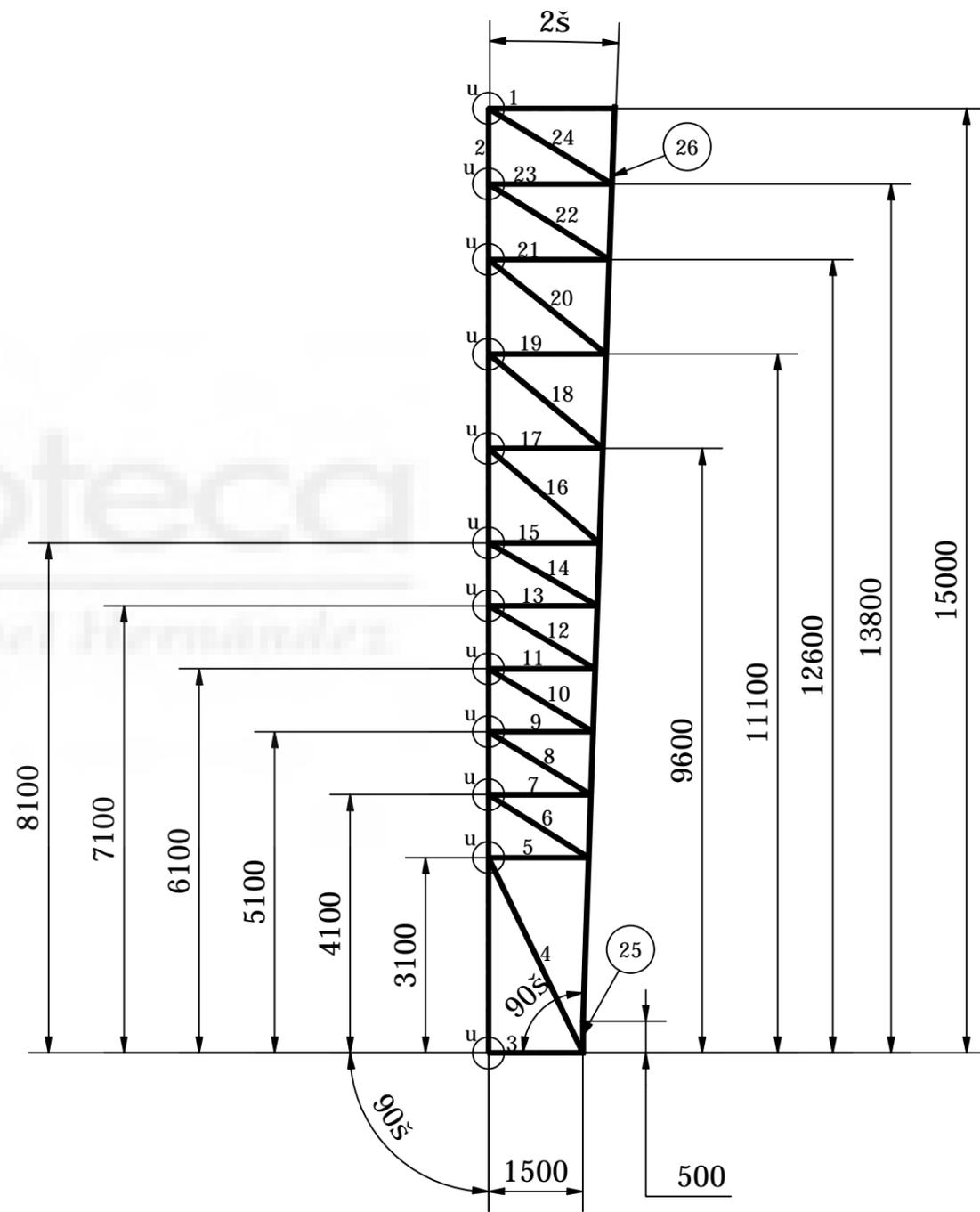


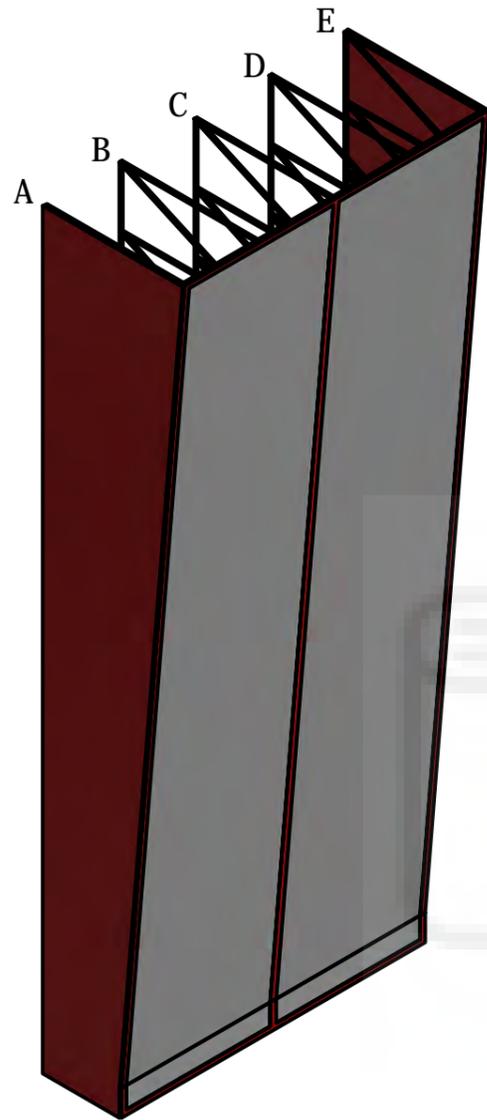
TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
Viga de refuerzo	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,28	38	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar de refuerzo	2	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	33	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar Principal	25,26	6	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
Viga Principal	27	22	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N. de Plano 26	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULOS DE DIFICULTAD		
		Módulo de Dificultad 5	Escala 1 : 100	Hoja 1 / 2

TABLA					
ELEMENTO	NOMBRE	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2006,35	6019,053 mm	Perfiles huecos cuadrados
2	Pilar de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 15000	45000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
3	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1500	4500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
4	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 3443,84	10331,505 mm	Perfiles huecos cuadrados
5	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1590,79	4772,382 mm	Perfiles huecos cuadrados
6	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1879	5636,988 mm	Perfiles huecos cuadrados
7	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1625,71	4877,144 mm	Perfiles huecos cuadrados
8	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1908,65	5725,953 mm	Perfiles huecos cuadrados
9	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1660,64	4981,907 mm	Perfiles huecos cuadrados
10	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1938,48	5815,444 mm	Perfiles huecos cuadrados
11	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1695,56	5086,669 mm	Perfiles huecos cuadrados
12	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1968,48	5905,438 mm	Perfiles huecos cuadrados
13	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1730,48	5191,431 mm	Perfiles huecos cuadrados
14	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1998,64	5995,912 mm	Perfiles huecos cuadrados
15	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1765,4	5296,194 mm	Perfiles huecos cuadrados
16	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2316,6	6949,796 mm	Perfiles huecos cuadrados
17	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1817,78	5453,337 mm	Perfiles huecos cuadrados
18	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2356,76	7070,282 mm	Perfiles huecos cuadrados
19	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1870,16	5610,480 mm	Perfiles huecos cuadrados
20	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2397,39	7192,183 mm	Perfiles huecos cuadrados
21	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1922,54	5767,624 mm	Perfiles huecos cuadrados
22	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2266,31	6798,933 mm	Perfiles huecos cuadrados
23	Viga de refuerzo	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1964,45	5893,339 mm	Perfiles huecos cuadrados
24	Tirante	3	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2301,97	6905,899 mm	Perfiles huecos cuadrados
25	Pilar Principal	3	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 500	1500,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
26	Pilar Principal	3	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 14508,84	43526,515 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
27	Viga Principal	22	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 1250	27500,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
28	Viga de refuerzo	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2500	5000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N. de Plano 27	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULOS DE DIFICULTAD		
		Módulo de Dificultad 5	Escala 1 : 100	Hoja 2 / 2

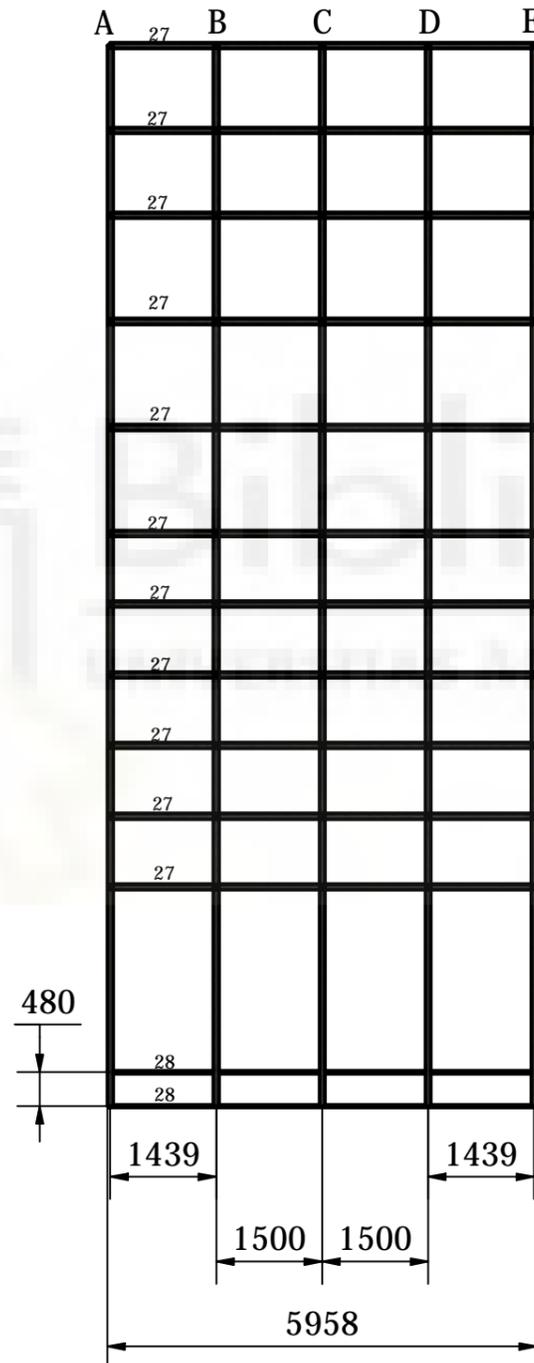
VISTA3 (1 : 100)



Cercha A= B - C - D - E

U = UniCn anclada a la estructura de la nave.
Anclaje metzlico de expansiCn por aprete.
Todos los demz elementos van soldados a tope.

VISTA2 (1 : 100)



VISTA1 (1 : 100)

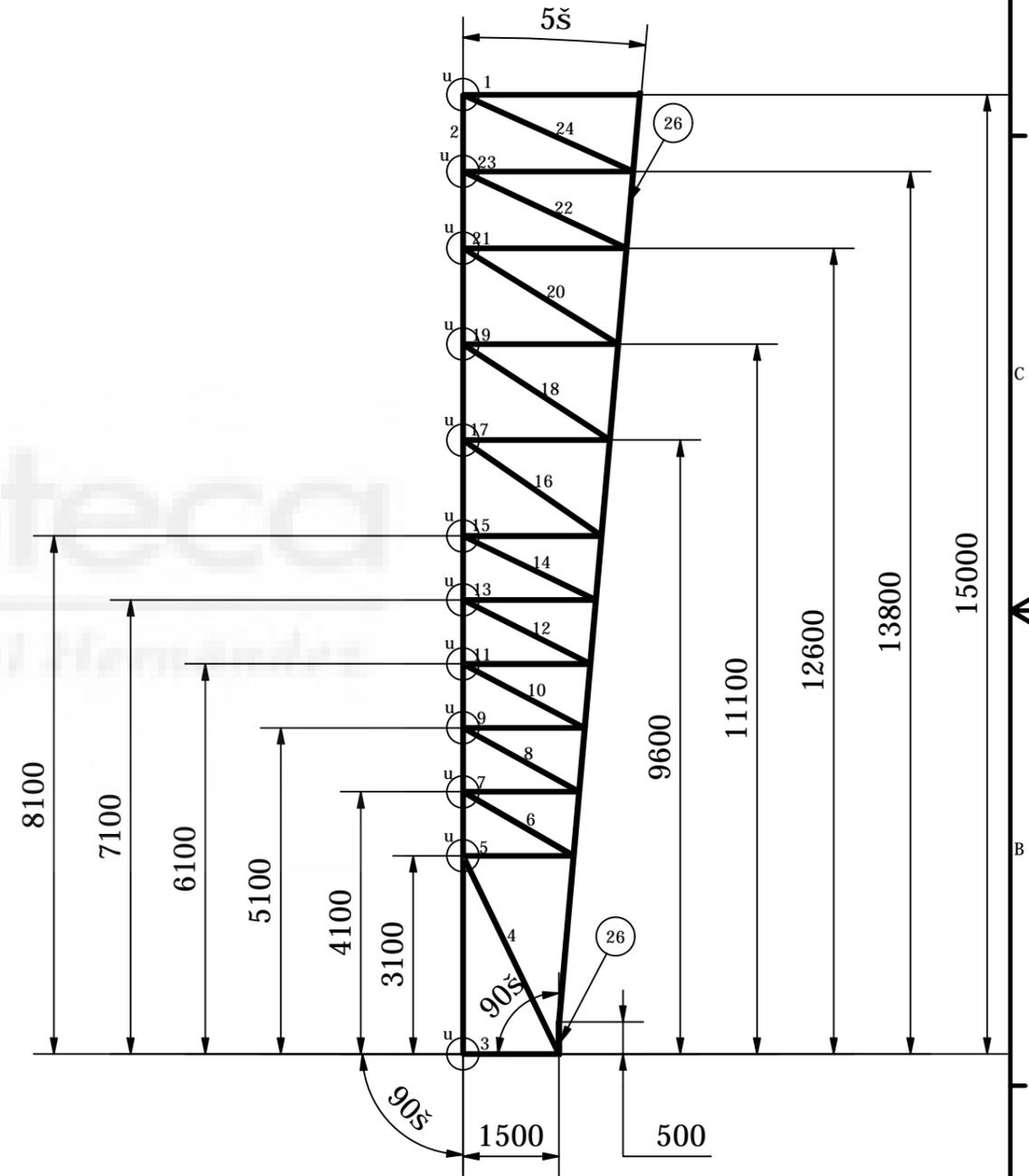


TABLA				
NOMBRE	ELEMENTO	N _o DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
Viga de refuerzo	1,3,5,7,9,11,13,15,17,19,21,23,28	62	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar de refuerzo	2	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Tirante	4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24	55	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2	Perfiles huecos cuadrados
Pilar Principal	25,26	10	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
Viga Principal	27	44	NF A 45-202 - U 80 x 45	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas

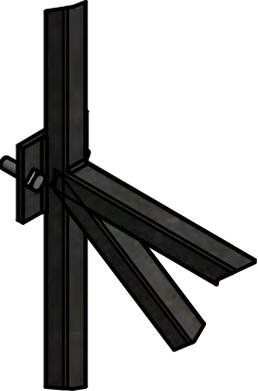
Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N _o de Plano 28	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULO DE VELOCIDAD		
Modulo de Velocidad		Escala 1 : 100	Hoja 1 / 2	

TABLA					
ELEMENTO	NOMBRE	N. DE PIEZAS	TIPO DE PIEZA	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2768,59	13842,928 mm	Perfiles huecos cuadrados
2	Pilar de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 15000	75000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
3	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1500	7500,000 mm	Perfiles huecos cuadrados
4	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 3443,84	17219,175 mm	Perfiles huecos cuadrados
5	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1727,47	8637,353 mm	Perfiles huecos cuadrados
6	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1996,03	9980,173 mm	Perfiles huecos cuadrados
7	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1814,96	9074,796 mm	Perfiles huecos cuadrados
8	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2072,22	10361,077 mm	Perfiles huecos cuadrados
9	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1902,45	9512,239 mm	Perfiles huecos cuadrados
10	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2149,26	10746,288 mm	Perfiles huecos cuadrados
11	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 1989,94	9949,683 mm	Perfiles huecos cuadrados
12	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2227,07	11135,357 mm	Perfiles huecos cuadrados
13	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2077,43	10387,126 mm	Perfiles huecos cuadrados
14	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2305,58	11527,896 mm	Perfiles huecos cuadrados
15	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2164,91	10824,569 mm	Perfiles huecos cuadrados
16	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2633,79	13168,952 mm	Perfiles huecos cuadrados
17	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2296,15	11480,734 mm	Perfiles huecos cuadrados
18	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2742,68	13713,397 mm	Perfiles huecos cuadrados
19	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2427,38	12136,899 mm	Perfiles huecos cuadrados
20	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2853,45	14267,246 mm	Perfiles huecos cuadrados
21	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2558,61	12793,064 mm	Perfiles huecos cuadrados
22	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2826,04	14130,198 mm	Perfiles huecos cuadrados
23	Viga de refuerzo	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2663,6	13317,996 mm	Perfiles huecos cuadrados
24	Tirante	5	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 2921,43	14607,156 mm	Perfiles huecos cuadrados
25	Pilar Principal	5	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 500	2500,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
26	Pilar Principal	5	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 14555,39	72776,938 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
27	Viga Principal	44	NF A 45-202 - U 80 x 45 - 1500	66000,000 mm	Perfil U Normal (UPN) con caras inclinadas
28	Viga de refuerzo	2	NF EN 10219-2 - 40 x 40 x 2 - 6000	18000,000 mm	Perfiles huecos cuadrados

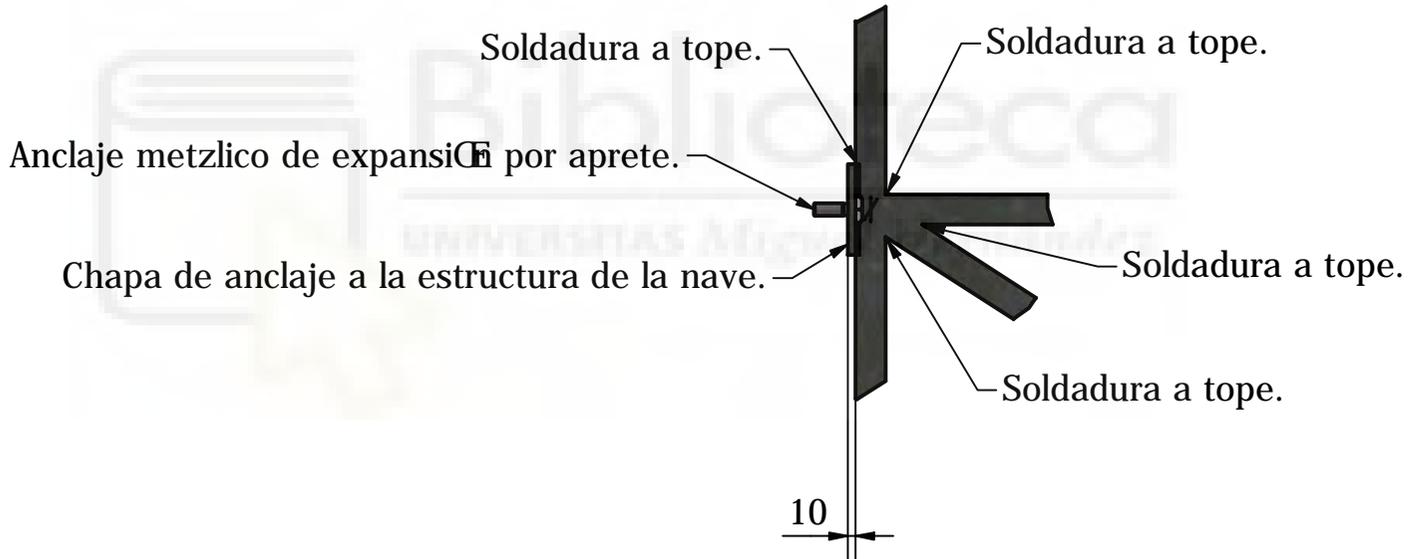
Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N. de Plano 29	Unidades mm	Fecha 24/08/2021
UMH		MODULO DE VELOCIDAD		
		Modulo de Velocidad	Escala 1 : 100	Hoja 2 / 2



U - Union anclada a la estructura de la nave. (1 : 10)



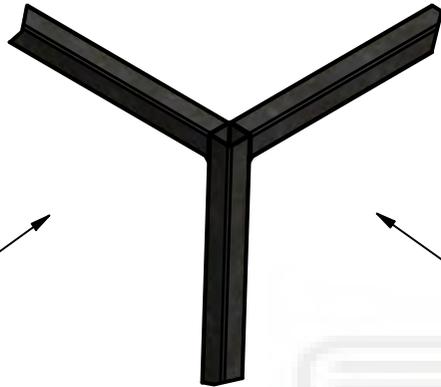
U - Perfil (1 : 10)



Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 30	Unidades mm	Fecha 25/08/2021
UMH		UNIONES		
		Union Anclada ala estructura dela nave.	Escala 1 : 10	Hoja 1 / 2



U1 (1 : 10)



Vista 2

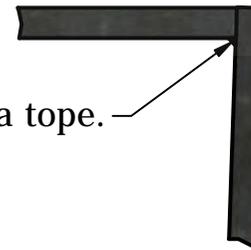
Vista 1

U1 - Vista 1 (1 : 10)



Soldadura a tope.

U1 - Vista 2 (1 : 10)



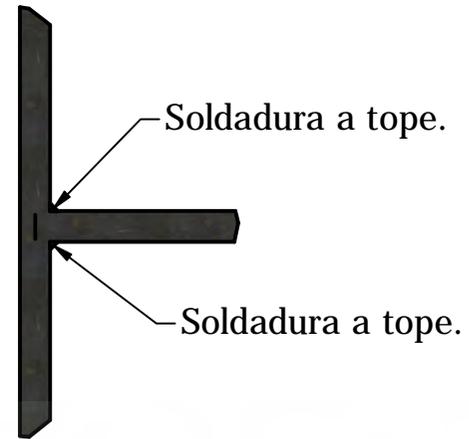
Soldadura a tope.

Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 31	Unidades mm	Fecha 25/08/2021
UMH		UNIONES		
		Union Soldada 1	Escala 1 : 10	Hoja 1 / 1

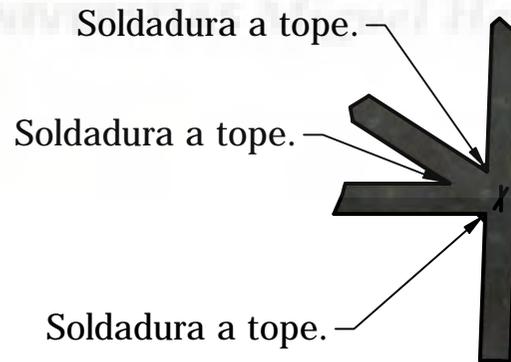
U2 (1 : 10)



U2 - Vista 1 (1 : 10)

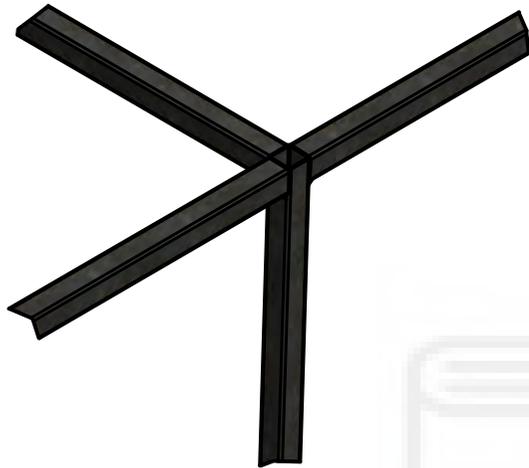


U2 - Vista 2 (1 : 10)

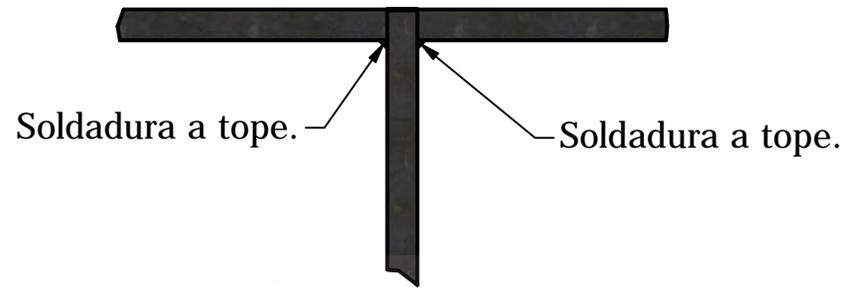


Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N ^o de Plano 32	Unidades mm	Fecha 25/08/2021
UMH		UNIONES		
		Unión Soldada 2	Escala 1 : 10	Hoja 1 / 1

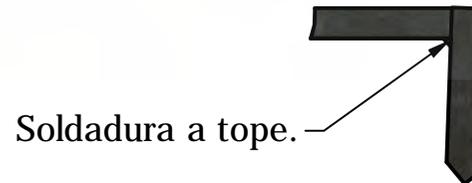
U3 (1 : 10)



U3 - Vista 1 (1 : 10)

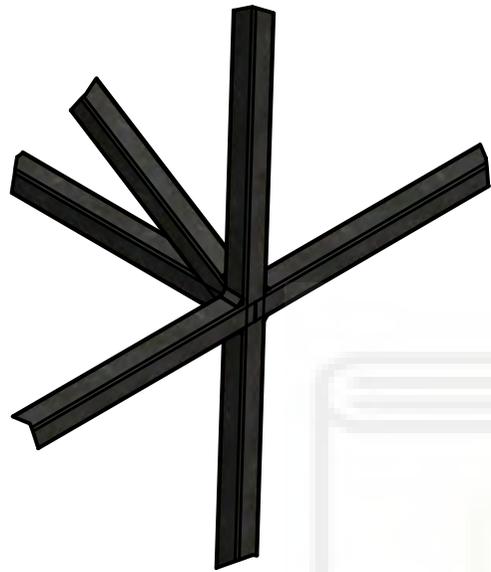


U3 - Vista 2 (1 : 10)

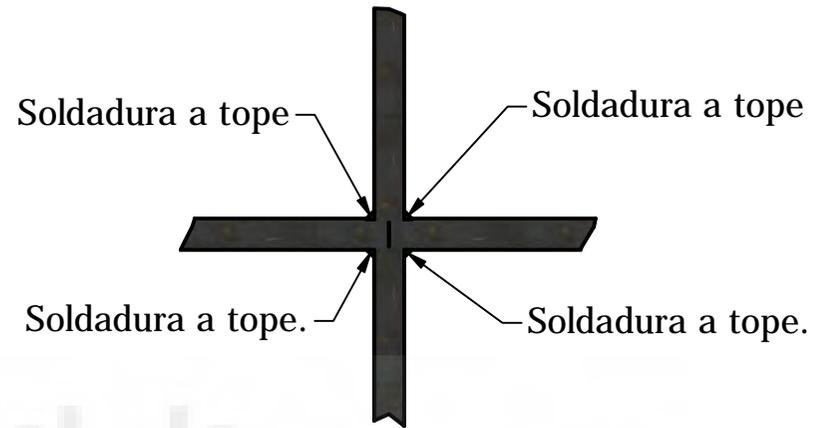


Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 33	Unidades mm	Fecha 25/08/2021
UMH		UNIONES		
		Unión Soldada 3	Escala 1 : 10	Hoja 1 / 1

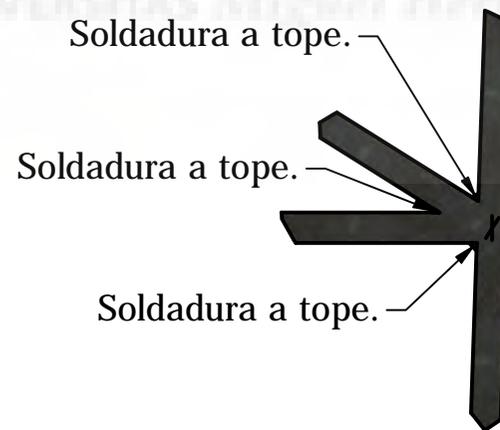
U4 (1 : 10)



U4 - Vista 1 (1 : 10)



U4 - Vista 2 (1 : 10)

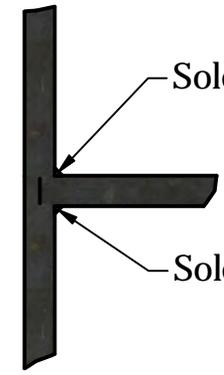
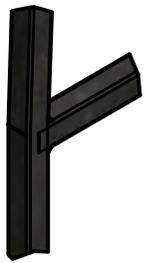


Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 34	Unidades mm	Fecha 25/08/2021
UMH		UNIONES		
		Unión Soldada 4	Escala 1 : 10	Hoja 1 / 1



U5 - Vista 1 (1 : 10)

U5 (1 : 10)

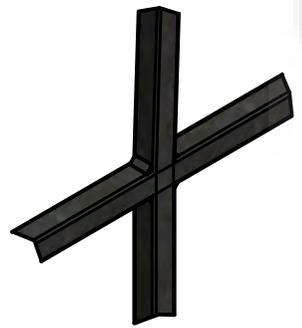


Soldadura a tope.

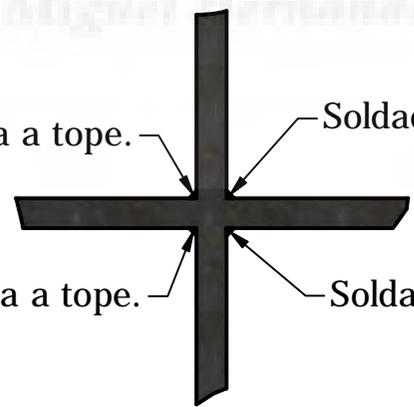
Soldadura a tope.



U6 (1 : 10)



U6 - Vista 1 (1 : 10)

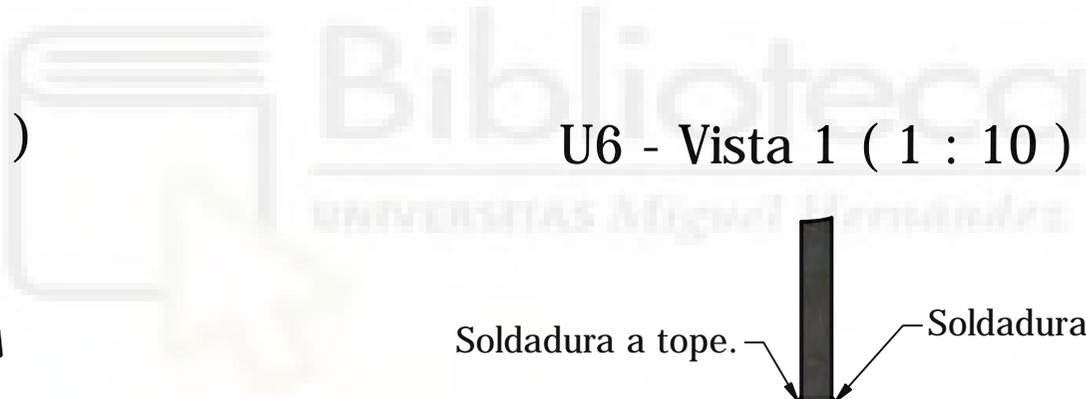


Soldadura a tope.

Soldadura a tope.

Soldadura a tope.

Soldadura a tope.



Diseño de Richard Ferney Sanguino Ramos	Revisado por Juan García Cabrera	N.º de Plano 35	Unidades mm	Fecha 25/08/2021
UMH		UNIONES		
		Unión Soldada 5 y 6	Escala 1 : 10	Hoja 1 / 1



ANEXO: BIBLIOGRAFIA



1. BIBLIOGRAFIA.

Para la realización de este proyecto se han consultado los siguientes libros y documentos:

1. Instrucción Española de Acero Estructural (EAE).
2. Código Técnico de la Edificación (CTE).
3. UNE-EN 12572-1: 2017 Estructuras artificiales de escalada. Parte 1: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo para las estructuras artificiales de escalada con puntos de protección.
4. UNE-EN 12572-2: 2017 Estructuras artificiales de escalada. Parte 2: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo para muros de escalada.
5. UNE-EN 12572-3: 2017 Estructuras artificiales de escalada. Parte 3: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo para presas de escalada.
6. Reglamento de Competiciones de Escalada FEDME (Federación española de deportes de montaña y escalada). Son los que rigen los parámetros de cómo ha de ser un rocódromo de competición en función de su categoría.
7. Reglamento de competiciones de Escalada IFSC (Federación Internacional de escalada deportiva).
8. Apuntes de la asignatura Diseño de Estructuras y Construcciones Industriales. Ingeniería Mecánica 4º Curso. Universidad Miguel Hernández de Elche.
9. Apuntes de la asignatura de Elasticidad y Teoría de Estructuras. Ingeniería Mecánica 3º Curso. Universidad Miguel Hernández de Elche.
10. Apuntes de la asignatura de Ingeniería Gráfica. Ingeniería Mecánica 3º Curso. Universidad Miguel Hernández de Elche.

También se han utilizado las siguientes páginas web:

11. Tarrago: Fabricante, constructor experto de rocódromos: <https://www.tarrago-rocodromos.es/madera.html>
12. Instalación de colchones de seguridad y servicios de mantenimiento para sala de escalada: <https://moquetarocodromos.com/>
13. Eclipse: Empresa especializada en la producción de presas de escalada: <https://eclipsepresas.com/>
14. Eskalar Tienda: Especializados en la venta de productos de escalada online: <https://www.eskalartienda.com/nuevatienda/>

15. Barrabest: Tienda de escalada online: <https://www.barrabes.com/>
16. Skywalker: Constructores de parques de aventura: <https://skywab.com/es/>
17. Empresa dedicada a la distribución y venta de materiales para la construcción y decoración con madera: www.bricomarkt.com
18. Pagina especializada en la generación de precios de construcción en España:
19. http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/calculaprecio.asp?Valor=1|0_1|0|EAS010|ea_pieza_soportes:_0_1_0_0_0_0_0_0_0#gsc.tab=0
20. Wikipedia: Pagina para la búsqueda general de información y definiciones
<https://es.wikipedia.org/wiki/Roc%C3%B3dromo>
21. Páginas web de artículos relacionados con la escalada:
<https://woguclimbing.com/impacto-juegos-olimpicos-tokio-escalada/>
22. <https://elpais.com/deportes/juegos-olimpicos/2021-08-10/alberto-gines-mi-oro-es-un-milagro-necesito-instalaciones-con-urgencia.html>
23. <https://www.elcorreo.com/mendian/historia/david-macia-necesitamos-20190614185410-nt.html>
24. <https://www.pasoclave.com/tipos-escalada-diferencias-estilos-materiales/>
25. <https://woguclimbing.com/revolucion-escalada-top-deporte-negocios/>
26. <http://www.fedme.es/index.php?mmod=staticContent&IDf=148>