



**E.T.S.I. DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA.**



PROYECTO DE INGENIERÍA PARA LA COOPERACIÓN AL DESARROLLO. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN ORFANATO EN MELONGII (CAMERÚN).

Proyecto realizado por:

MARCOS CEREZO LEZA.

Dirigido por:

JOSÉ ANTONIO RODRIGUEZ GONZÁLEZ.

Titulación:

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.**

Santander, Septiembre de 2015.

PROYECTO FINAL DE MÁSTER

RESUMEN DEL PROYECTO FIN DE MÁSTER.

LOS PROYECTOS DE COOPERACIÓN AL DESARROLLO. PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN ORFANATO EN MELONG II (CAMERÚN).

Autor: Marcos Cerezo Leza

Director: José Antonio Rodríguez González

Convocatoria: Septiembre, 2015

Palabras clave: “cooperación”, “desarrollo sostenible”, “construcción”, “estructura de madera”

El presente proyecto es al mismo tiempo el trabajo final del Máster de la carrera de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos y un proyecto técnico de construcción de un orfanato en Melong II (Camerún). Se trata por lo tanto de un proyecto enmarcado en el ámbito de los proyectos de cooperación al desarrollo.

Este documento se compone de dos partes, una primera introductoria en la que se explica la situación actual del proyecto, con la ONG “ADEC” que promovió la idea de construcción de este orfanato y las modificaciones básicas que se introducción respecto al último proyecto que redactaron en 2014 los compañeros Iván, Marcos e Iñigo para una mejor viabilidad del mismo.

Las principales modificaciones que se estudian van enfocadas a la idea de la sostenibilidad y aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Se incluye la madera como material de construcción estructural y decorativo por lo que se diseña un edificio central y unos módulos de habitaciones de madera. Además se diseña un sistema de abastecimiento de agua apta para el consumo a partir de la perforación de un pozo de bombeo con su sistema de impulsión con bombas y su red de distribución y una planta fotovoltaica de paneles solares para proveer al orfanato de energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la energía solar.

La segunda parte del documento comprende el diseño técnico de las partes del proyecto. Incluye los 4 documentos propios de un proyecto de construcción: Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Presupuesto.

Principalmente importante es el diseño estructural de las edificaciones por la importancia de las mismas en el global del orfanato y por el detalle alcanzado en el cálculo. Para el cálculo se ha partido de un Predimensionamiento de los elementos estructurales siguiendo el libro de *cálculo de estructuras de madera* de Ramón Argüelles, y después se ha creado un modelo que se ha calculado con el software *Autodesk Robot Structural Analysis*.

La estructura diseñada para el edificio central está formada por pórticos colocados cada 4 metros, siendo los de los extremos pórticos simples formados por vigas de madera de sección 20*30 cm y los interiores pórticos formados por cerchas de madera con barras de sección de 10*10 cm y 10*15 cm con lo que se consigue el objetivo de construir una estructura diáfana de 10 metros de luz entre apoyos. Las columnas sobre las que se apoya la cubierta son



columnas de madera de 20*20cm y 3 metros de altura (2.70 metros sobre el nivel del suelo) que asientan sobre zapatas aisladas de 1.40*1.60 metros de hormigón armado.

Los módulos de habitaciones están pensados para ser habitaciones dormitorio y con espacio comunes para 6-8 niños. Los pórticos estarán separados cada 5 metros y salvarán luces de 8 metros de separación entre apoyos mediante el empleo de vigas de madera de 20*30 cm inclinadas aproximadamente 15 grados. Las columnas empleadas son de sección 20*20 cm que asientan sobre cimentaciones de 1.00*1.00 metros de hormigón armado.

Ambas edificaciones tienen la misma tipología propuesta para la ejecución de la cubierta, siendo en primer lugar una lámina de madera anclada directamente sobre las correas de sección 10*20 cm y una chapa metálica para disipar el agua. Se colocan arriostramientos en los pilares para impedir el pandeo y desplazamientos de la estructura en el sentido transversal de los pórticos. Los cerramientos se levantarán mediante bloques de hormigón en masa ejecutados in situ.

El diseño hidráulico consiste en la ejecución de un pozo de bombeo por medios mecánicos hasta una profundidad en el terreno de aproximadamente 40 metros. En una primera fase el agua se bombeará de noche a un depósito de 3000 litros colocado en la superficie del orfanato. Posteriormente el agua será impulsada con otra bomba a través de la red de distribución de pvc dimensionada para abastecer el caudal máximo de la situación pésima de demanda.

El diseño sanitario consiste en la construcción de una fosa séptica.

Por último, en cuanto al sistema eléctrico que abastecerá el orfanato se diseña una planta fotovoltaica con paneles solares que mediante el correspondiente transformador proporcionará electricidad a cualquier hora del día al orfanato para todo tipo de dispositivo como son las bombas de impulsión del agua o electricidad para dispositivos eléctricos.

El presupuesto estimado para la construcción de éste proyecto son 164,975.20 €. Dicho presupuesto puede oscilar en función de la financiación de que se disponga, pudiéndose construir un número parcial de habitaciones, o dando prioridad a cada capítulo en función de la priorización de las necesidades.

Bibliografía:

- Libro "Estructuras de Madera" de Ramón Argüelles.
- Varios. Documentación de internet. Goole.es
- Normativa española. EHE, DB-SE AE, DB-SE M, DB-SE A.
- Documentación y consejos de los profesores Domingo Lorenzo y Luis Villegas para el diseño de la estructura de madera.
- Apuntes del profesor Andrés García para el diseño hidráulico del proyecto.

ABSTRACT. FINAL PROJECT MASTER.

**PROJECT DEVELOPMENT COOPERATION. CONSTRUCTION PROJECT OF AN ORPHANAGE IN
MELONG II (CAMEROON).**

Author: Marcos Cerezo Leza

Director: José Antonio Rodríguez González

Call: September, 2015

Keywords: "cooperation", "sustainable development", "construction", "wooden structure"

This project is at once the final work of the Master of the race of Civil Engineering, Channels and Ports and a technical project to build an orphanage in Melong II (Cameroon). It is therefore a project framed in the area of cooperation projects development.

This document consists of two parts, an introductory first in which the current status of the project to the last project is explained, with the NGO "ADEC" who promoted the idea of building this orphanage and basic modifications introduction about who wrote Ivan in 2014, Marcos and Inigo peers for better viability.

The main changes are under study focused on the idea of sustainability and use of renewable natural resources. Wood as a structural material and decorative construction so that a central building and a wooden modules is designed rooms included. In addition a system of provision of safe drinking water is designed from the drilling of a well pump drive system with pumps and distribution network and a photovoltaic solar plant to supply the orphanage paneleas electric power from the use of solar energy.

The second part of the document covers the technical design of the parts of the project. 4 includes documents of a construction project: Memory, Plans, Special Technical Specification and Budget.

Mainly important is the structural design of buildings for the importance of these in the overall orphanage and the detail achieved in the calculation. For the calculation has been started from a pre-dimensioning of structural elements according to the book of wooden structures calculation Ramon Arguelles, and then created a model that has been calculated with Autodesk Robot Structural Analysis software.

The structure designed for the central building is formed by frames positioned every 4 meters, and the end simple frames formed by beams of section 20 * 30 cm and the inner porches formed by wooden trusses with section bars 10 * 10 * 10 cm and 15 cm with the goal of building a transparent structure 10 m span between supports is achieved. The pillars on which rests the roof are wooden columns 20 * 20cm and 3 meters (2.70 meters above ground level) that sit on footings of 1.40 * 1.60 meters of reinforced concrete.

Room modules are designed to be sleeping rooms and common space for 6-8 children. The porches are separated and saved every 5 meters to 8 meters lights separation between

supports by using beams of 20 * 30 cm inclined approximately 15 degrees. The columns used are of section 20 * 20 cm seating on foundations 1.00 * 1.00 meters concrete.

Both buildings have the same typology proposed for the implementation of the cover, being first a sheet of wood anchored directly on the belts of section 10 * 20 cm and a metal sheet to dissipate the water. Braces are placed on the pillars to prevent sagging and displacements of the structure in the transverse direction of the frames. The closings will rise by mass concrete blocks executed in situ.

The hydraulic design consists of the execution of a pumping mechanically to a depth in the area of approximately 40 meters. In a first phase the water is pumped overnight to a 3000 liters tank placed on the surface of the orphanage. Then the water will be boosted with another pump through the distribution network of pvc sized to supply the maximum flow of the dismal demand situation.

The sanitary design involves the construction of a septic tank.

Finally, regarding the electrical system that will supply the orphanage a photovoltaic plant is designed with solar panels using the corresponding transformer provide electricity at any time of day the orphanage for all types of device such as pumps pumping water or electricity electrical devices.

The estimated construction budget of this project are € 164,975.20. This budget can vary depending on the funding becomes available, being able to build a partial number of rooms, or prioritizing each chapter based on the prioritization of needs.

Bibliography:

- Book "Wooden Structures" Ramon Arguelles.
- Various. Internet documentation. Goole.es
- Spanish legislation. EHE, DB-SE AE, DB-SE M, DB-SE A.
- Notes and advices by profesors Domingo Lorenzo and Luis Villegas for the wooden structure design.
- Notes by Professor Andrés García for the hydraulic design of the project.

INDICE GENERAL DEL PROYECTO:

INTRODUCCIÓN

-  SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO
-  MODIFICACIONES BÁSICAS

EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN ORFANATO EN MELONG II (CAMERÚN)

-  MEMORIA
-  PLANOS
-  PLIEGO
-  PRESUPUESTO

INTRODUCCIÓN

 SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO

 MODIFICACIONES BÁSICAS

SITUACIÓN ACTUAL DEL PROYECTO.

SITUACIÓN ACTUAL. DINÁMICA DE SEGUIMIENTO DEL PROYECTO.

INDICE:

INTRODUCCIÓN.....	3
EL PROYECTO DE ADEC.....	5
II. EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL ORFANATO EN MELONG II (CAMERÚN) DE JOSÉ ANTONIO E IVAN Y MARCOS.....	9

INTRODUCCIÓN.

El presente proyecto se crea inicialmente lejos de la Universidad de Cantabria, y lejos de ser un proyecto fin de carrera como tal, nace con la misma idea que el resto de los proyectos de cooperación que es ayudar a unas personas que de partida tienen menos facilidades y ofrecer así una oportunidad en favor de la igualdad social. En concreto este proyecto de cooperación pretende ayudar al desarrollo de unos niños de un pueblo de un país Africano, Camerún.

Una camerunesa de nacimiento, llamada Rollande, es quien originalmente tiene esta inquietud y busca ayuda en Cantabria para que se le ayude a llevar a cabo su idea. La idea consiste básicamente en construir un orfanato en Melong II, una aldea de ámbito rural del país para ofrecer a los niños del lugar unas oportunidades vitales más prosperas ofreciéndoles así unas necesidades básicas como agua potable, alimento, alojamiento y por supuesto un aula para proporcionar la educación necesaria para un desarrollo sostenible.

La intención de Rollande era y es que estos niños tengan una oportunidad más próspera como la que ella tuvo cuando emigró a Italia siendo una niña. Por eso ella se puso en contacto con la ONG de Cantabria ADEC (Ayuda a Despegar Cantabria) y juntos sentaron las bases de lo que podía ser, cuál era el objetivo y de que se iba a componer el proyecto. En el punto II “El proyecto de ADEC” de este capítulo se incluye un conciso resumen de lo que se propuso en esta primera toma de contacto.

El siguiente paso fue ponerse en contacto con la Universidad de Cantabria, que por medio de José Antonio Rodríguez propone a unos alumnos de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos la redacción de este proyecto como tema para su proyecto fin de carrera. Estos alumnos que llevan a cabo este trabajo a lo largo del curso 2013-2014 son Marcos Toribio Laguna, Iñigo Santos Fernández e Iván Toribio Sánchez. El proyecto de estos tres compañeros, el cuál resumo en el punto III de este capítulo, se ocupa de llevar a una realidad en papel la idea original de Rollande.

Por ciertas razones como la falta de recursos económicos u otras razones técnicas como la necesidad de realizar modificaciones técnicas para la viabilidad total del proyecto, el profesor José Antonio Rodríguez propuso de nuevo este tema para la realización de un nuevo proyecto fin de máster. En este punto ya se encuentra definido este proyecto, mi proyecto fin de carrera.

José Antonio y yo pretendemos que este nuevo proyecto esté apoyado en las mismas bases que he comentado, dando una especial importancia y respetando el ámbito cultural local, es

decir, teniendo en cuenta la realidad de la aldea urbana en la que se va a implantar el proyecto para favorecer su implementación y aceptación total por parte de los habitantes de Melong II aun a pesar de que el orfanato ya es una necesidad contrastada y compartida por ellos. Partiendo de ésta premisa, el diseño irá encaminado a las líneas anteriores contando con los módulos – habitaciones y un edificio central para el comedor, aulas y aseos.

Con toda esta introducción, comento a continuación más detalladamente la memoria de los proyectos ya comentados, tanto el proyecto de ADEC como el proyecto de mis compañeros en el curso 2013/2014.

EL PROYECTO DE ADEC

Ayudar a Despegar Cantabria (ADEC) es una ONG de Cantabria no gubernamental y sin ánimo de lucro que propone este proyecto de construcción de un orfanato en Melong II (Camerún) con el principal objetivo de dotar a los niños, niñas acogidos y mujeres el entorno y herramientas necesarios para un desarrollo integral que les permita un proyecto de vida digno y una oportunidad de futuro promoviendo así la igualdad de oportunidades y la integración social.

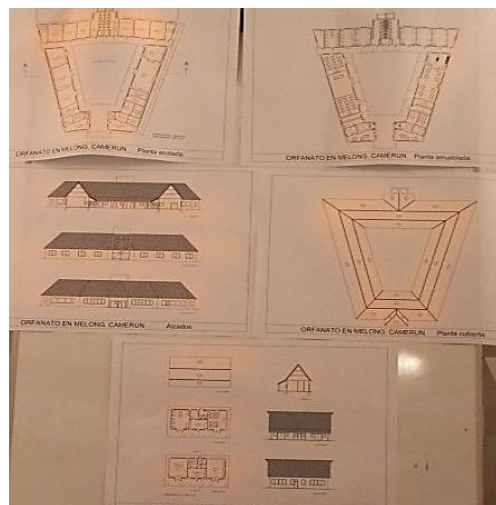
Desde ADEC proponen varias líneas de acción: sobre el entorno educativo, sobre el entorno agrícola para promover el autoconsumo desde el cultivo en el sector primario y el cuidado de animales, sirviendo así para principio fundamental de la sostenibilidad. Además proponen una línea de acción con efecto sobre el entorno de salud y sanitario.

Los beneficiarios directos serán todos los niños de la zona que han quedado huérfanos o han sido abandonados, o en situación de desamparo que podrán asistir de forma gratuita a la escuela durante su primer periodo de formación educativa y todos los niños que serán acogidos en el futuro. También se producirán beneficiarios indirectos en la población local pues esperan crear unos 10-15 puestos de trabajo en el centro con el proyecto.

Entre todos los objetivos específicos para los niños están ofrecer a los niños un entorno protector y familiar, proporcionar la alimentación necesaria y adecuada a su edad y estado de salud para disminuir los niveles de malnutrición y la atención sanitaria y el seguimiento de tratamientos y medicación. Sencillamente, un lugar donde vivir en condiciones favorables a su crecimiento, educación y formación.

El proyecto incluye programas de formación para el personal del centro y un plan educativo para los niños y niñas.

Planos previos para el proyecto de construcción:



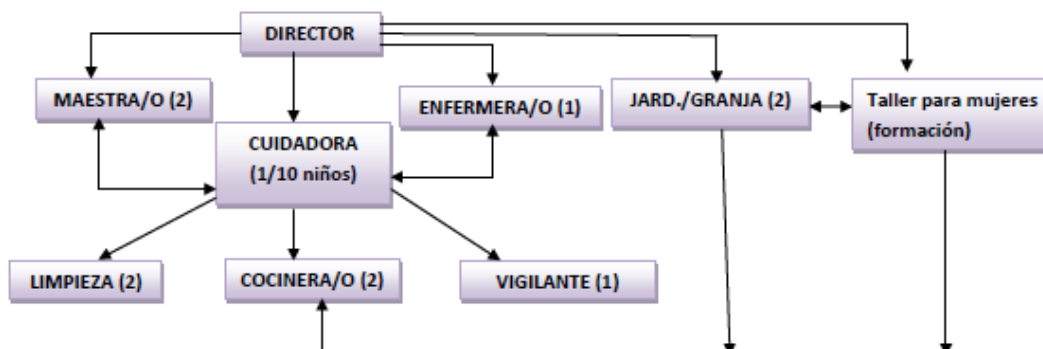
Presentación en cifras:

- *Tipo de proyecto: Casa de acogida.*
- *Capacidad: 75 niños y niñas.*
- *Equipamientos adicionales: dispensario, huerto, granja, centro de formación para mujeres.*
- *Localización: Melong II (180 km de Douala capital económica)*
- *Total construcción: 750 m²*
- *Total extensión de terreno para explotación de recursos agropecuarios 5000 m²*
- *Estimación de Inicio del Proyecto: Junio de 2014.*
- *Inicio de la construcción del Orfanato en su 1ª Fase: Septiembre de 2014.*
- *Final de la construcción de la 1ª Fase y comienzo del funcionamiento del Orfanato con sus primeros 25 niños: Octubre de 2015.*
- *Inicio de la construcción del Orfanato en su 2ª Fase: Octubre de 2015. Final de la construcción de la 2ª Fase y comienzo del funcionamiento del Orfanato con 50 niños: Octubre de 2016.*
- *Inicio de la construcción del Orfanato en su 3ª Fase: Octubre de 2016. Final de la construcción de la 3ª Fase y comienzo del funcionamiento del Orfanato con 75 niños: Octubre de 2017.*

Distribución y estimación de superficies (660 m²). (Adaptar al Proyecto definitivo):

Vigilante	6,37
Almacén	6,37
Servicios	6,13
Sala de espera	6,13
Despacho-oficina	12,74
Atención familias del barrio	12,74
Dispensa	12,25
Cocina	24,50
Comedor	69,78
Aula polivalente pequeños	40,37
Aula niños mayores	40,75
Sala de juegos y audiovisual	52,37
Dormitorio niñas +7 años	26,60
Dormitorio niñas 3-6 años	26,60
Dormitorio bebés 0-2 años	26,60
Dormitorio bebés 0-2 años	26,60
Sala de lavadoras	13,05
Almacén ropa	13,05
Servicios y duchas niñas	13,17
Servicios y duchas niños	13,17
Habitación cuidadoras	13,04
Enfermería	12,81
Dormitorio niños +7 años	26,60
Dormitorio niños 3-6 años	26,60
Dormitorio cuarentena	26,60
Vivienda director/a residente	52,50
Habitaciones visitantes	52,50

Organigrama de funcionamiento (Adaptar al Proyecto definitivo)



Presupuestos:

- Presupuesto de construcción: Total 60.000 euros (Anexo 2)
- Presupuesto para equipamientos: Total 30.000 euros

Desglose de Presupuesto para equipamientos:

Dispensario	3.000 euros
Locomoción	12.000 euros
Camas, literas, mesillas y armarios para los dormitorios Mesas y sillas para el comedor	
TOTAL DORMITORIOS-COMEDOR	5.000 euros
Lavadoras, secadoras Cocina, congelador, neveras, Utensilios de cocina y menaje	
Mobiliario de cocina	
TOTAL COCINA - LAVANDERÍA	5.000 euros
Pupitres, o mesas y sillas, para el aula, Libros biblioteca	
Ordenadores, Televisión, video, DVD	
TOTAL AULA - BIBLIOTECA	5.000 euros
TOTAL EQUIPAMIENTO	30.000 euros

- Presupuesto de funcionamiento anual: 1º Año con 25 niños: 25.000 euros.

Alimentación	9.000 euros
Material escolar	2.500 euros
Agua, luz, teléfono, leña	1.500 euros
Medicamentos	1.500 euros
Mantenimiento y combustible vehículo	1.500 euros
Personal	7.500 euros
Ropa	1.500 euros
Total mantenimiento anual	25.0000 euros

Desglose del Presupuesto por Fases:



Presupuesto para la puesta en marcha del orfanato con 75 niños	1ª Fase Junio 2014 Septiembre 2015	2ª Fase (25 niños) Octubre 2015 Septiembre de 2016	3ª Fase (50 niños) Octubre 2016 Septiembre de 2017
Presupuesto de construcción:	15.000 euros	25.000 euros	20.000 euros
Presupuesto de equipamientos:	5.000 euros	10.0000 euros	15.000 euros
Presupuesto anual funcionamiento:	-----	5.0000 euros (20%)	5.000 euros (10%)
Presupuesto Total	20.000 euros	40.000 euros	40.000 euros

Plan de obra para la construcción de la primera fase:

	1ª Fase Junio de 2014 a Septiembre de 2015																2ª Fase	3ª Fase
Meses	Ju	Jl	Ag	Sp	Oc	Nv	Dc	En	Fb	Mr	Ab	My	Ju	Jl	Ag	Sp	Octubre 2015 Setiembre 2016	Octubre 2016 Setiembre 2017
Tareas																		
Estudios previos y tramitaciones																		
Replanteo de Obras y Servicios																		
Estudio granja																		
Estudio de cultivos																		
Vallado perimetral																		
Construcción Casa de Recepción																		
1ª Fase de Construcción de Orfanato																		
Selección del centro de salud																		
Selección del personal																		
Formación personal contratado																		
Incorporación con la escuela local																		
Mobiliario (camas, mesas, armarios,)																		
Desarrollo del Primer Curso 25 niños																		
2ª Fase. Construcción dispensario																		
2ª Fase Biblioteca y zona de juegos																		
2ª Fase Ampliación Aulas																		
2ª Fase Ampliación Dormitorios																		
Desarrollo del Segundo Curso 50 niños																		
3ª Fase. Ampliación de Servicios																		
3ª Fase. Ampliación Biblioteca																		
3ª Fase. Ampliación Aulas																		
3ª Fase. Ampliación Dormitorios																		
Explotación Agrícola (Huertos)																		
Explotación de Granja																		
Desarrollo del Tercer Curso 75 niños																		



II. EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL ORFANATO EN MELONG II (CAMERÚN) DE JOSÉ ANTONIO E IVAN Y MARCOS.

MEMORIA DESCRIPTIVA:

- ANTECEDENTES

Como antecedente del proyecto se puede señalar la problemática mundial compleja que engloba el reparto injusto de la riqueza y la falta de consideración a los derechos humanos, y de manera especial, a los niños.

El resultado de esta situación, en Camerún, supone una falta de expectativas de vida dignas para un elevado porcentaje de la población, un deficiente sistema educativo sanitario, que traen asociados consigo bajos índices de alfabetización y asistencia socio-sanitaria. Por ello, el presente proyecto tiene como fin dotar a una población de Camerún (Melong II) de los servicios mínimos a los que los niños deberían tener derecho y contribuir a su desarrollo en condiciones de igualdad.

Con este fin trabaja la organización no gubernamental ADEC (Ayudar a Despegar de Cantabria) con personalidad propia y autonomía económica y administrativa, que no tiene finalidades políticas ni ánimo de lucro en ningún caso.

Además, han sido tenidos en cuenta diversos proyectos relevantes en el campo de la cooperación al desarrollo y han servido como base para esta redacción.

- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es establecer las bases para la construcción de un orfanato en la localidad camerunesa de Melong II que sirva de hogar para 75 niños/as y sea centro de desarrollo de actividades educativas y sociales.

La realización de un plan de obra, el cálculo de una estructura fiable, un sistema de abastecimiento y de energía y la estimación de un presupuesto, se antojan fundamentales para la viabilidad del proyecto y la obtención del máximo beneficio de la escasa financiación.

Cabe destacar que han sido consideradas las carencias técnicas de la zona a la hora de diseñar la solución adoptada. Entre estas premisas se encuentran la ausencia de determinados materiales y maquinaria, la escasa financiación o la falta de personal especializado, entre otras.

Junto con la adopción de las directrices que aparecen en el presente documento, se aconseja la asistencia técnica "in situ" de algún técnico procedente de España que dirija las obras, sobre todo en las primeras fases de construcción e instruya a los técnicos locales, con el fin de contribuir a un desarrollo correcto de las obras.

- CONTEXTO

El proyecto se ha estudiado para dar servicio a los habitantes del pueblo de Melong II (Camerún).

Camerún es un país africano situado en el Golfo de Guinea que cuenta con 22.534.532 habitantes, donde el 80 % de la población activa trabaja en el sector primario (Camerún es el 17º país en la producción de café). Su PIB a valores de paridad de poder adquisitivo (PPA) per cápita lo sitúan en el puesto 143 de los 180 que aparecen en la lista del Fondo Monetario

Internacional y es de 2.322 dólares internacionales (un 33% de la población sobrevive con menos de 1 € al día); como referencia se puede indicar que el PIB per cápita de España se estima en 30.740 dólares internacionales, 13 veces mayor.

El Índice de Desarrollo Humano, tiene en cuenta tres variables: vida larga y saludable, conocimientos y nivel de vida digno. Camerún se sitúa en el puesto 139 de 180, posición muy baja, que se encuentra influida por los negativos datos del ámbito formativo y sanitario. La esperanza de vida es de apenas 54,61 años, con un 82 % de hogares sin acceso a agua potable y un 94 % de la población carece de instalaciones de saneamiento. Los niveles de escolarización de sitúan en torno al 50 % de los niños en edad de enseñanza primaria, sin embargo, el seguimiento escolar real es de apenas el 15 %. Esto se traduce en unos porcentajes de alfabetización en adultos, del 47 % de los hombres y el 29% de las mujeres.

El número aproximado de huérfanos: menores de 17 años es de 1,2 millones (según UNICEF).

Camerún es uno de los países con mayor incidencia proporcional de afectados por el HIV – SIDA, la poligamia favorece la propagación rápida del virus entre las mujeres que tiene un marido común lo que produce numerosos niños huérfanos como consecuencia de esa enfermedad.

En este contexto se enmarca el presente proyecto de cooperación al desarrollo y se justifica su redacción, con el fin de contribuir a una mejora de la calidad de vida de parte de la población camerunesa, especialmente del pueblo de Melong II.

- DESCRIPCION DEL PROYECTO

- Descripción general.

Par dar respuesta a esta situación se ha buscado una solución económica y sostenible, que se pueda llevar a cabo con materiales locales, sin requerir maquinaria ni herramientas complejas. Además se ha buscado que el mantenimiento sea el mínimo. El diseño del proyecto se ha realizado utilizando la idea de un arquitecto que ya definió una posible solución del proyecto en forma de triángulo.

- Capacidad del orfanato

La solución adoptada es una edificación de varios módulos (módulos dormitorios y de servicios) con una capacidad total de 75 niños. El objetivo del presente proyecto será la acogida de estos.

- Diseño hidráulico y sanitario

En el “Anejo nº6 – Diseño Hidráulico” se detalla un estudio de la bomba necesaria para elevar la cantidad de agua necesaria al depósito. Basándose en un consumo de 30 litros por persona diarios. Se realiza los cálculos mediante el programa Epanet, detallando también la presión en los diferentes puntos de las tuberías.

En el “Anejo nº7 – Diseño Sanitario” viene diseñado el sistema de saneamiento de la edificación. Utilizando letrinas y un pozo hidráulico para el almacenamiento de los desechos.

- Selección de materiales

Los materiales seleccionados para la ejecución del proyecto se detallan en el “Anejo nº 10 – Selección de Materiales”.

Estos son:

- _ Hormigón (muros de fábrica y hormigón estructural)*
- _ Barras de acero corrugado*
- _ Madera*



_ Chapa plegada de acero

- Estructura

Ya que no se ha podido obtener la normativa camerunesa se ha optado por la normativa española como referencia. Por lo tanto la normativa que se ha tenido en cuenta es la siguiente:

- _ Hormigón: EHE-08*
- _ DB SE-AE: Acciones de la edificación*
- _ DB SE-C: Cimientos*
- _ DB SE-M: Madera*

Se trata de varios edificios separados de dos tipos. Todos ellos disponen de una sola planta y tienen una forma rectangular. Cuentan con columnas de hormigón armado en el perímetro que se coronan con zunchos también de hormigón armado. El cerramiento se realiza mediante muros de fábrica con bloques de hormigón ejecutados in situ. Se ha proyectado una cubierta de chapa plegada a dos aguas que está sustentada por cerchas de madera aserrada de grandes escuadrías. Estas cerchas se unen mediante correas de madera y transmiten los esfuerzos mediante anclajes a las vigas de hormigón.

- Justificación de Precios

En el “Anejo nº11 – Justificación de Precios” viene definida la justificación de los costes de ejecución material de las diversas unidades de obra de las que se compone el proyecto.

En la obtención de los precios se ha tenido en cuenta los costes directos e indirectos

Cada precio unitario de ejecución material se obtiene mediante la aplicación de la siguiente expresión:

$$P_n = [1 + K/100] \times C_n$$

Dónde:

P_n = Precio de ejecución material de la unidad correspondiente en euros.

K = Porcentaje que corresponde a los “Costes Indirectos” en tanto por ciento.

C_n = “Coste Directo” de la unidad en euros.

Incluyendo los precios de:

- Mano de obra*
- Maquinaria*
- Materiales*
- Costes indirectos*
- Impacto ambiental*

La protección del medioambiente, en la mayoría de los proyectos de los países desarrollados, no se tiene en cuenta en primer plano como modelo de desarrollo sostenible.

En este proyecto se ha optado por incluir el Estudio de Impacto Ambiental en todas sus facetas (características físico-químicas, biológicas y socioeconómicas) en todas sus fases (construcción y explotación) como un elemento central que nos rija las decisiones de diseño y construcción.

Para el desarrollo de un proyecto definitivo deberá estudiarse la legislación vigente en el lugar donde actuemos (Melong II). Debido a la falta de estos documentos, para la realización del presente proyecto se ha utilizado como referencia la presente normativa española.

- Sostenibilidad

A la hora de realizar el presente proyecto se ha tenido como principal elemento en cuenta la sostenibilidad económica de este.



Al tratarse de un proyecto de Cooperación y Desarrollo, el presupuesto es muy limitado , con lo que no vale únicamente con que el proyecto sea viable a la hora de su construcción , sino que también hay que tener una visión de futuro , es decir , que nuestro proyecto sea sostenible y pueda mantenerse con sus propios medios y que en un futuro esta construcción no sea abandonada por falta de medios.

Seguridad y Salud

En el “Anejo nº 14 – Seguridad y Salud” se establecen una serie de directrices mediante las cuales se pretenden prevenir riesgos laborales derivados del proceso constructivo, y así limitar la posibilidad de incidencias durante la ejecución de la obra.

Para ello se han estudiado los riesgos tanto durante la construcción como en las labores de mantenimiento y posibles reparaciones. También se especifican las medidas y protecciones adecuadas para reducir al mínimo sus riesgos.

- JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA

La solución adoptada se basa en cuatro criterios fundamentales:

Sociales, ambientales, técnicos y económicos. Sobre todo este último.

En cuanto a los criterios sociales, el objetivo es dotar al pueblo de Melong II y a sus pueblos de alrededores, de un lugar para que los niños huérfanos o niños sin posibilidades económicas para una posible educación puedan verse beneficiados por el ingreso en este centro. Teniendo una muy buena educación y educación.

En lo que se refiere a los criterios ambientales, se ha cuidado al máximo la sostenibilidad de los materiales elegidos, enumerándose recomendaciones necesarias para que las obras sean ejecutadas con el mínimo impacto posible sobre el medioambiente.

Los condicionantes técnicos tienen su importancia en el hecho de que las soluciones propuestas se han realizado con materiales típicos, abundantes y económicos de la zona de la zona del emplazamiento del proyecto.

Por último, dada la escasez de recursos del país , y que la mayoría de los habitantes viven por debajo del umbral de pobreza , se ha cuidado al máximo la reducción de los materiales , maquinaria y herramientas empleadas , optimizando cada elemento para , sin renunciar a la calidad de la construcción final , lograr que el orfanato tenga el coste más bajo posible.

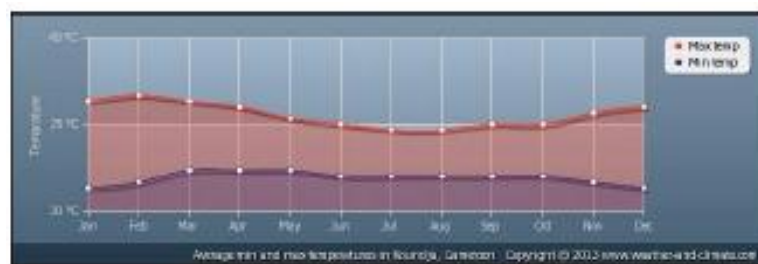
- LOCALIZACION

La casa de acogida que se estudia en este proyecto está ubicada en el pueblo de Melong II en Camerún. Melong II es una localidad perteneciente a la Región Litoral del país africano y cuya capital es Douala.



- CLIMATOLOGÍA

Se observa que la variación de temperatura a lo largo del año es mínima. Siendo las temperaturas, mínimas en los meses de Julio y Agosto y las máximas en el mes de Febrero. La variación de las temperaturas mínimas durante el año, es también prácticamente constante, habiendo una diferencia entre la máxima anual (32grados) y mínima anual (14) de 28 grados.



Un problema relacionado con la climatología en Melong es la concentración de precipitaciones en la estación húmeda (entre julio y septiembre), siendo nulas prácticamente durante tres meses del año (diciembre, enero y febrero).

La máxima precipitación resulta de 325mm .Este será el valor para el dimensionamiento de nuestra canalización del agua de lluvia.



- DISEÑO HIDRÁULICO

Proyección de consumo:

	Número	Consumos mínimos (l/un/día)	Consumos totales (l/día)
Personas	125	30	3.750
Cabezas de ganado	10	20	200

Capacidad del depósito: Se propone el empleo de un depósito de 5000 l de capacidad, resultante de incrementar la capacidad mínima del mismo un 5 % de resguardo.

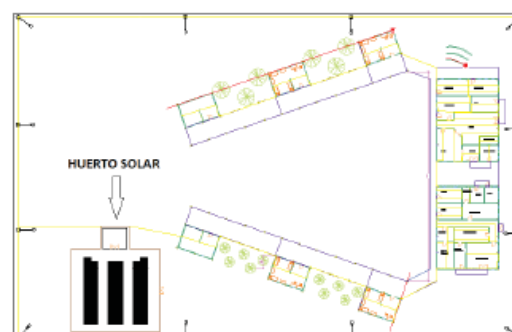
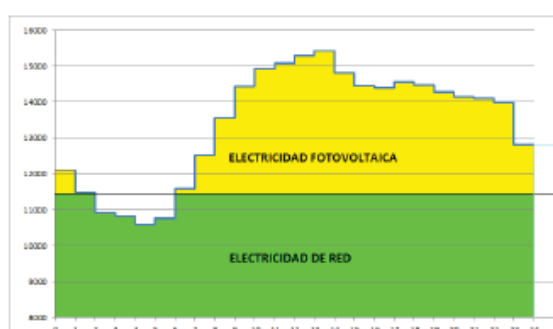
*Bomba para elevación de agua al depósito: Para la correcta selección **CM3-3 A-R-A-E-AVBE***



- **INSTALACIONES**

En un primer momento barajamos la posibilidad de obtención de electricidad mediante tres fuentes distintas, eólicas, hidráulicas y fotovoltaicas.

Ya que este proyecto se basa en el cuidado de muchos niños tenemos una gran responsabilidad y hay que garantizar que la enfermería y la farmacia estén siempre disponibles.



Además de un generador eléctrico de emergencia de 5.000W DIESEL BERLAN BSTE 5.500 DES:



- **CÁLCULO DE ESTRUCTURAS**

VIGAS	
Dimensiones sección (cm)	Especificaciones
30 x 60	HA-25

COLUMNAS	
Dimensiones sección (cm)	Especificaciones
30 x 30	HA-25

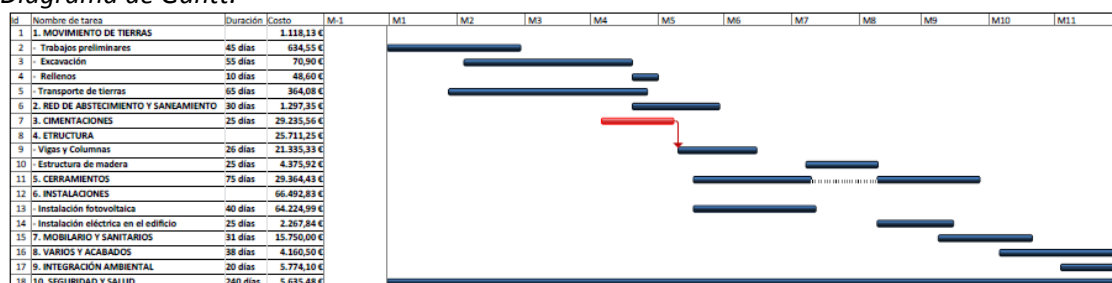
ZAPATAS		
Denominación	Dimensión de lado (m)	Canto (m)
Zapata esquina edificio servicios	1,4	0,25
Zapatas centrales edificio servicios	1,8	0,3
Zapatas módulo habitaciones	1,4	0,3

SECCIONES DE MADERA EDIFICIO DE SERVICIOS		
Denominación	Base de la sección (cm)	Canto (cm)
Triangulación	7,5	14
Superior		
Diagonales	6,3	10
Inferior	6,3	10
Correa	7,5	12,5

SECCIONES DE MADERA MÓDULO HABITACIONES		
Denominación	Base de la sección (cm)	Canto (cm)
Verticales	6,3	10
Diagonales	6,3	10
Inferior	6,3	25
Superior	6,3	12
Correas	10	15

- PLAN DE OBRA

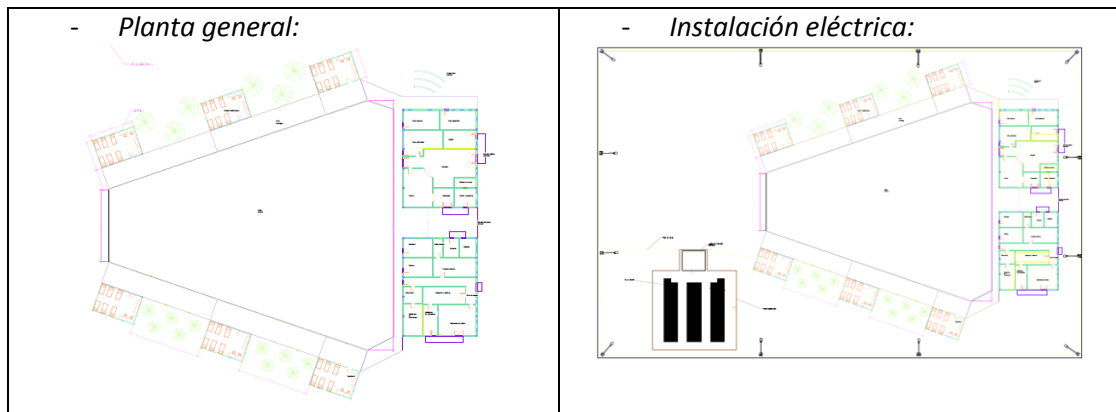
Diagrama de Gantt:



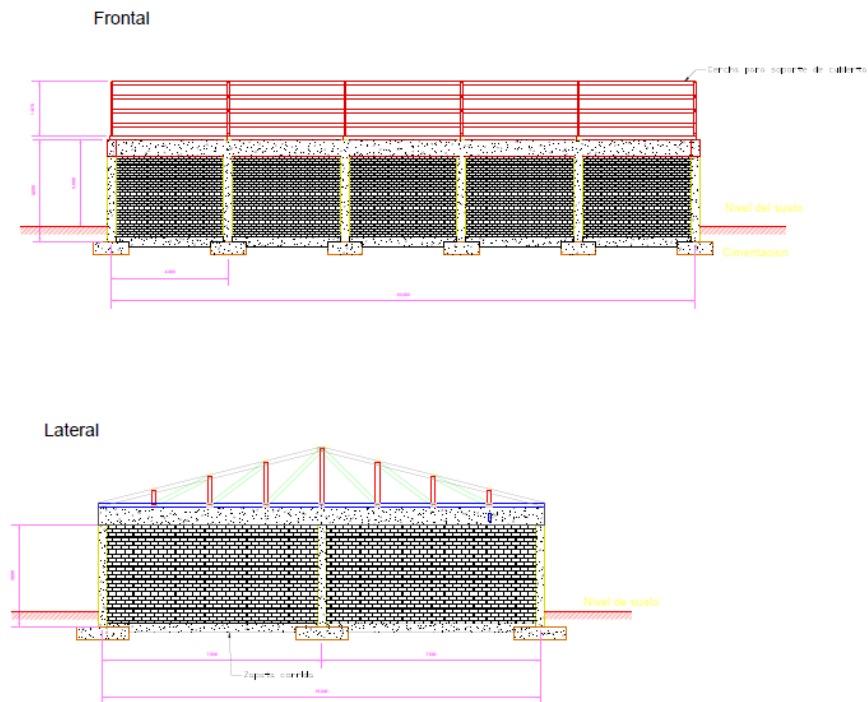
Flujo de caja:

Nombre de tarea	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	Costo
1. MOVIMIENTO DE TIERRAS												
- Trabajos preliminares	317,28 €	317,28 €										634,55 €
- Excavación		28,36 €	28,36 €	14,18 €								70,90 €
- Rellenos				48,60 €								48,60 €
- Transporte de tierras		121,36 €	121,36 €	121,36 €								364,08 €
2. RED DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO				432,45 €	864,90 €							1.297,35 €
3. CIMENTACIONES			23.388,45 €	5.847,11 €								29.235,56 €
4. ESTRUCTURA												
- Vigas y Columnas					12.801,20 €	8.534,13 €						21.335,33 €
- Estructura de madera						3.500,74 €		875,18 €				4.375,92 €
5. CERRAMIENTOS					11.011,66 €	14.682,22 €	3.670,55 €					29.364,43 €
6. INSTALACIONES												
- Instalación fotovoltaica					24.084,37 €	32.112,50 €	8.028,12 €					64.224,99 €
- Instalación eléctrica en el edificio								1.360,70 €	907,14 €			2.267,84 €
7. MOBILIARIO Y SANITARIOS									10.500,00 €	5.250,00 €		15.750,00 €
8. VARIOS Y ACABADOS										1.783,07 €	2.377,43 €	4.160,50 €
9. INTEGRACIÓN AMBIENTAL											5.774,10 €	5.774,10 €
10. SEGURIDAD Y SALUD												
	512,32 €	512,32 €	512,32 €	512,32 €	512,32 €	512,32 €	512,32 €	512,32 €	512,32 €	512,32 €	512,32 €	5.635,48 €
TOTAL	829,59 €	979,31 €	24.050,48 €	6.976,02 €	49.274,45 €	55.841,16 €	15.711,73 €	2.748,20 €	11.919,45 €	7.545,39 €	8.663,84 €	184.539,63 €

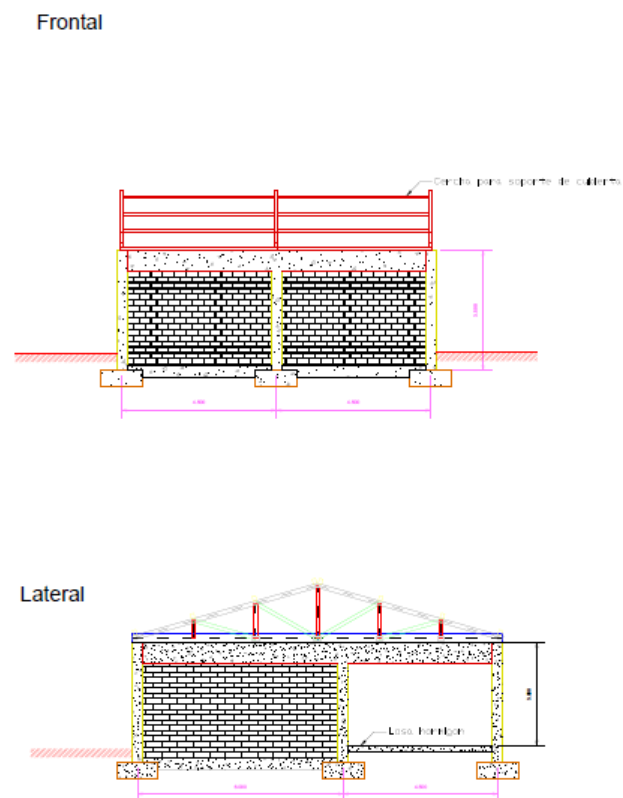
PLANOS:



- *Geometría del edificio de servicios:*



- *Geometría de los módulos:*



PRESUPUESTO

- *Resumen del presupuesto:*

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	1.118,13	0,61
02	RED DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO.....	1.297,35	0,70
03	CIMENTACIONES.....	29.235,96	15,84
04	ESTRUCTURA.....	25.711,25	13,93
05	CERRAMIENTOS.....	29.364,43	15,91
06	INSTALACIONES.....	66.492,83	36,03
07	MOBILIARIO Y SANITARIOS.....	15.750,00	8,53
08	VARIOS Y ACABADOS.....	4.160,50	2,25
09	INTEGRACIÓN AMBIENTAL.....	5.774,10	3,13
10	SEGURIDAD Y SALUD.....	5.635,48	3,05
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		184.539,53	

No se ha tenido en cuenta el IVA, los gastos generales ni el beneficio industrial por no tratarse de un proyecto localizado en España.

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CIENTO OCHENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

Santander, 7 de julio de 2014

LOS AUTORES DEL PROYECTO



Marcos Toribio Laguna



Iñigo Santos Fernández



Iván Toribio Sánchez

MODIFICACIONES BÁSICAS.

INDICE:

LOS MATERIALES.	4
DISEÑO EN PLANTA	8
LA ESTRUCTURA	9
LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	12
EL POZO DE BOMBEO.....	12
LA FOSA SÉPTICA.	12

INTRODUCCIÓN.

Como ya se ha comentado en el capítulo anterior, en el proyecto que me ocupa introduzco varias modificaciones con el objetivo de mejorar en todos los casos uno o varios aspectos respecto al proyecto original anterior. Las medidas presentadas son tan posibles como necesarias ya que hacen posible ajustar determinados aspectos en el proyecto global de construcción que se pretende y disminuyen el coste del mismo. Por un lado el empleo de materiales autóctonos y la construcción con medios y personal trabajador de Camerún. Además se favorece el desarrollo cultural y social de la comarca de Melong II en el aspecto de que la elección de los nuevos materiales o el empleo de nuevos procesos constructivos respetan y se ajustan en mayor medida a la cultura local.

LOS MATERIALES.

En cuanto al tema de los materiales a emplear la propuesta es basar las decisiones de cara a la sostenibilidad del proyecto e integración del mismo en la cultura de las personas locales, que al fin y al cabo son quienes van a ejercer el uso y disfrute del mismo. Además se puede conseguir así una reducción del coste final de la obra, como veremos más adelante, sirviendo este proyecto de ejemplo para otros futuros.

Principalmente, el cambio más importante es el empleo de la madera como material estructural en los pórticos de los edificios.

En cuanto a las ventajas del empleo de la madera como material constructivo en lugar del hormigón armado, tenemos que:

- Facilidad y rapidez de trabajarse

La madera es uno de los elementos constructivos más antiguos que el hombre ha utilizado para la construcción de sus viviendas y otras edificaciones, y al mismo tiempo, es este mismo recurso tradicional el que se usa de manera vanguardista como material constructivo en países ricos y desarrollados.

Aplicaremos este principio a nuestro proyecto, considerado como una arquitectura ligera y sobre todo económica. Y es que la relación resistencia-peso de la madera es más favorable que el acero, y mucho más favorable que el hormigón.

El menor peso de los elementos de madera se traduce en facilidad y reducción de manipulación de la misma en su etapa de construcción, con la reducción de plazos que conlleva.



Imagen: Unión sencilla de un pilar de madera sobre una zapata de hormigón.

- Durabilidad

El proceso de degradación de la madera es natural, y puede actuar en su capacidad de servicio durante siglos.

También presenta buena resistencia frente a sismos debido a que por su bajo peso, en caso de terremoto cede ante la oscilación pero no se derrumba.

- Adaptabilidad y estética

La madera permite hacer modificaciones o ampliaciones en la construcción sin necesidad de demoler nada. Se puede adaptar en cualquier sitio, sin importar el clima y las condiciones ambientales.

Por su textura y color, la madera ofrece una gran y variada belleza natural. Por la facilidad con que se trabaja y con la aplicación de los diferentes tintes y barnices, se pueden lograr viviendas con acabados de gran impacto y belleza.

- bajo coste económico

Debido a su bajo peso, se genera un ahorro económico sustancial en los procesos a los que se somete y en sus costos de transporte.

- recurso renovable y natural.

La madera es el material predilecto en materia de desarrollo sostenible. Es un material ecológico que requiere menos energía para trabajarla y causa menor contaminación del agua y el aire en comparación con el resto de materiales de construcción.

Denota sencillez y a su vez genera un gran sentido de confort y tranquilidad.

- buen aislante eléctrico, térmico y acústico.

Se trata de un buen aislante natural que ofrece un clima agradable debido a la inercia térmica que posee. En climas calurosos ofrece interiores más frescos, lo que se traduce en un menor consumo energético.



Imagen: Sección de pieza para cubierta de madera con aislamiento.

- En el proyecto hablamos de las ventajas de la madera como material resistente, pero por supuesto, también se utilizará como material de revestimiento, aislante o de decoración.



Imagen: Estructuras de madera. Viga de caballete con vigas inclinadas

Otras evoluciones de los materiales empleados son por ejemplo la tierra cruda o adobe para la fabricación de bloques de tierra compactada para los cerramientos de los edificios o para muros de carga o muros de protección y vallado del recinto para protegerlo y delimitarlo.

Las ventajas que ofrecen los bloques prefabricados de adobe este respecto al hormigón son:

- Gran capacidad como aislante térmico. Es una cuestión muy a tener en cuenta ya que la climatología en Camerún es húmeda y las temperaturas son altas, con una fuerte variación de los meses de junio-agosto (invierno) a los meses de diciembre-enero (verano).
- Gran capacidad como aislante sonoro. No es relevante para la ubicación de nuestro proyecto, pero el adobe es un buen aislante acústico debido a que su irregular superficie difumina el ruido y proporciona silencio.
- Eficiencia energética en la climatización. Permite, ante la ausencia de calefactores o refrigeradores, tener una temperatura de confort fomentando de esta manera la vida sostenible.
- Fabricación de bajo impacto ambiental. Presenta un punto a favor en cuanto a la construcción por el bajo impacto ambiental que se crea debido a que no es necesario emplear maquinaria que requiera de combustibles fósiles para su funcionamiento. Además, comentar que favorece la integración de los edificios entre el resto de construcciones de la zona por ser un material presente en el entorno de estos países pobres en vías de desarrollo.
- Reintegración a la naturaleza. Ya he comentado la importancia de este aspecto previamente, pero es muy importante remarcar que el adobe, al estar constituido por materiales locales y presentes en el medio, tienen una reintegración total a la naturaleza una vez que la obra ya ha pasado su vida útil, signo evidente de sostenibilidad.

- Resistencia del material y resistencia al fuego. Aunque la resistencia de este material pueda ser inferior a la del hormigón o el acero, para este proyecto de edificación, resulta suficiente y con el mantenimiento adecuado podría durar indefinidamente.
- Posibilidad de autoconstrucción. Este material, al encontrarse de forma natural en el terreno y al contar con un proceso de fabricación sencillo que no requiere de un equipo complejo, puede fabricarse de manera manual sin mucha complicación y dejar secar al sol. Este hecho lo hace accesible para constructores no expertos en el tema.



Imagen: Cerramiento de un edificio o de una parcela con bloques de tierra armada.

Las desventajas del adobe como material de construcción no afectarían al proyecto, ya que la limitación en altura debida a la resistencia limita a dos alturas en número de pisos a construir y el edificio del proyecto sólo consta de una planta. La vulnerabilidad al agua ya que el proyecto se encuentra en una región del país donde sólo llueve en tres de los doce meses del año y no es en abundancia. De igual manera despreciamos la baja resistividad sísmica del material ya que la zona no es susceptible de esta actividad.



Imagen: construcción de un tabique con bloques de adobe / tierra compactada.

DISEÑO EN PLANTA

Para aprovechar la inversión que se hizo al encargar un estudio topográfico de la zona donde se va a construir el orfanato, se incluye como modificación básica el ajuste en planta de las construcciones y distribución de otros elementos dentro del mismo.

Este ajuste a la ubicación ya conocida se muestra en el croquis a continuación, obtenido del plano correspondiente.

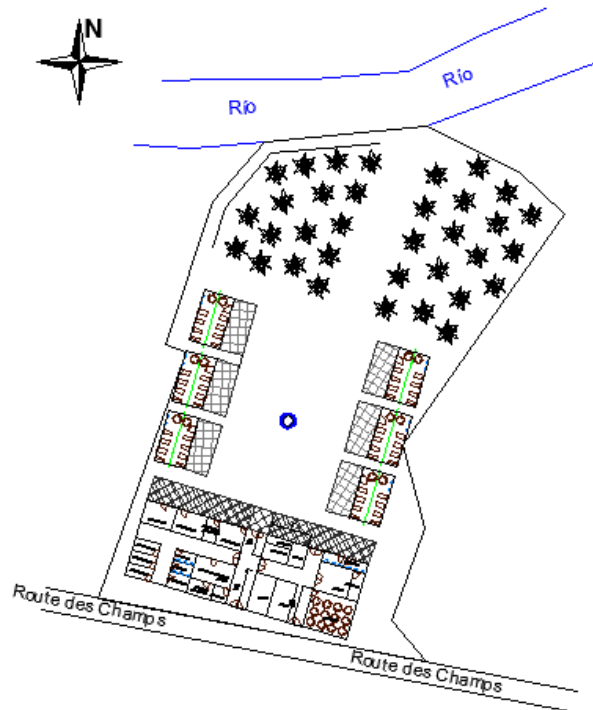


Imagen: Topografía del terreno existente con la distribución del orfanato.

Se decide modificar la distribución y diseño en planta de los nuevos edificios para ajustarlos a la forma del terreno una vez que es ésta es conocida y optimizar así el espacio disponible. Se observa como en la parte del terreno anexa al camino se ubicará el edificio central que contará con diferentes servicios para el orfanato como un comedor, una enfermería, vestuarios o aulas con fines docentes. La entrada principal al orfanato será por lo tanto a través de este edificio, aunque también quedará espacio en los laterales para pasar al interior del recinto andando o con coches.

Se observa la creación de un espacio central rodeado de los porches que completan tanto cada uno de los módulos construidos como el edificio central. En este espacio se propondrá la creación de una plazoleta con una fuente abastecida por el pozo de bombeo.

El espacio restante en el terreno comprendido entre la plazoleta y el río situado en el extremo opuesto al camino quedará disponible para la ejecución del pozo de bombeo y para la creación de un espacio para colocar las placas solares que proporcionen la energía eléctrica. El terreno restante en la zona anexa al río será una oportunidad para contar con un huerto de cultivo del orfanato.

LA ESTRUCTURA

Se recoge a continuación la evolución que han tenido tanto el edificio de servicios como los módulos de habitaciones del anterior proyecto a éste. La explicación justifica la viabilidad del proyecto reflejándose las nuevas características de los edificios ya que se ajustan en mayor medida a la posible trazabilidad del proyecto.

- La principal diferencia presentada respecto a la anterior estructura del edificio principal del orfanato se encuentra en la geometría del mismo.

Se aumenta la luz en los pórticos de 7.5 a 10 metros, con lo que conseguimos un resultado diáfano de la estructura para proporcionar una mayor sensación de amplitud y luminosidad con la altura de pilares de 3 metros de altura. La ausencia de pilares intermedios permite una mayor eficiencia a la hora de hacer la distribución de las distintas zonas, así como la oportunidad de crear espacios en el interior más amplios.

Otra característica relevante es la división del edificio en 2 partes, con lo que se facilita la división del mismo a la hora de hacer los cerramientos y particiones.

En cuanto a la altura de la estructura se ha reducido de 5.5 a 4.0 metros manteniéndose la altura interior tan sólo 0.20 metros más abajo que la estructura original. Esto posibilita en primer lugar facilitar la construcción de los edificios, y segundo tener menores esfuerzos de viento sobre la estructura y facilitar a los pilares de madera la resistencia al pandeo.

La cimentación anterior que consistía en una zapata corrida se ha sustituido por zapatas individuales para el apoyo de cada pilar con el siguiente ahorro de material y de construcción.

También se añade una zona de porche en la actual estructura del edificio de servicios.

A continuación se muestran dos imágenes para observar la evolución comentada:

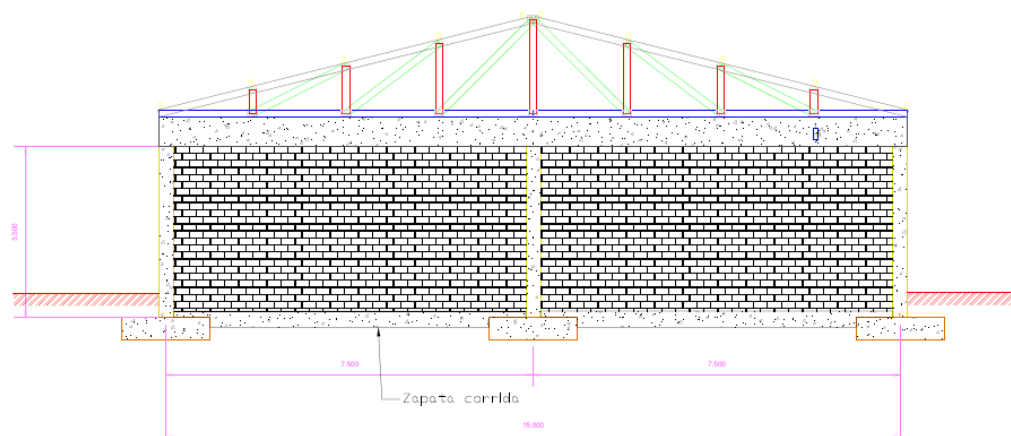


Imagen: Edificio de servicios anterior.

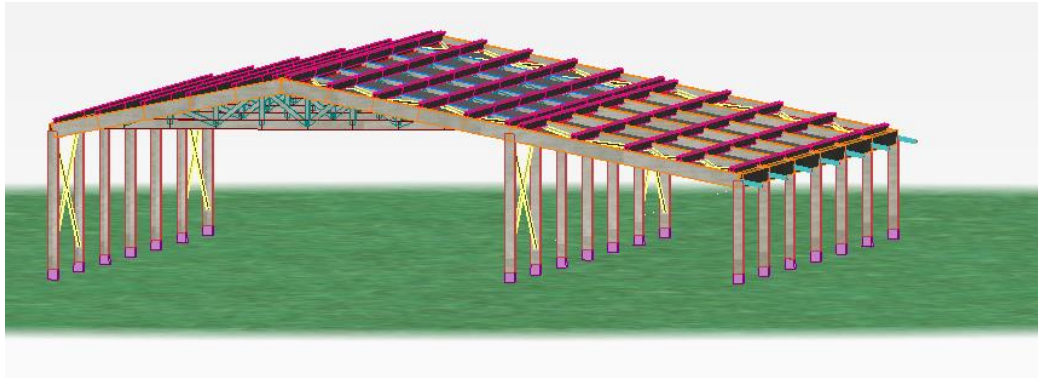


Imagen: Nuevo edificio de servicios propuesto.

- En cuanto a las variaciones de los módulos propuestos en el presente proyecto, la principal diferencia reside en la estructura de madera, separada en dos naves anexas. La primera nave situada a la izquierda en la imagen representa el espacio útil destinado a las habitaciones del orfanato. La ventaja es el espacio de 8 metros de luz frente a los 6 metros de luz del proyecto anterior. De esta forma se crea un espacio diáfano en el interior de los módulos que permitirá un mayor aprovechamiento del espacio.

De la misma forma que en el caso anterior de los edificios, el componer la estructura de dos naves anexas facilita la división de los módulos y la construcción de los cerramientos.

Con la forma elegida para las vigas, se consigue reducir la altura de los módulos hasta los 3.80 metros, por los 4.50 metros de antes con las ventajas que esto aporta en cuanto al dimensionamiento frente a las solicitaciones del viento y las facilidades constructivas.

La cimentación anterior que consistía en una zapata corrida se ha sustituido por zapatas individuales para el apoyo de cada pilar con el siguiente ahorro de material y de construcción.

Se mantiene la zona de porche viéndose aumentado el ancho de 4.5 a 5.0 metros.

A continuación se muestran dos imágenes para observar la evolución comentada:

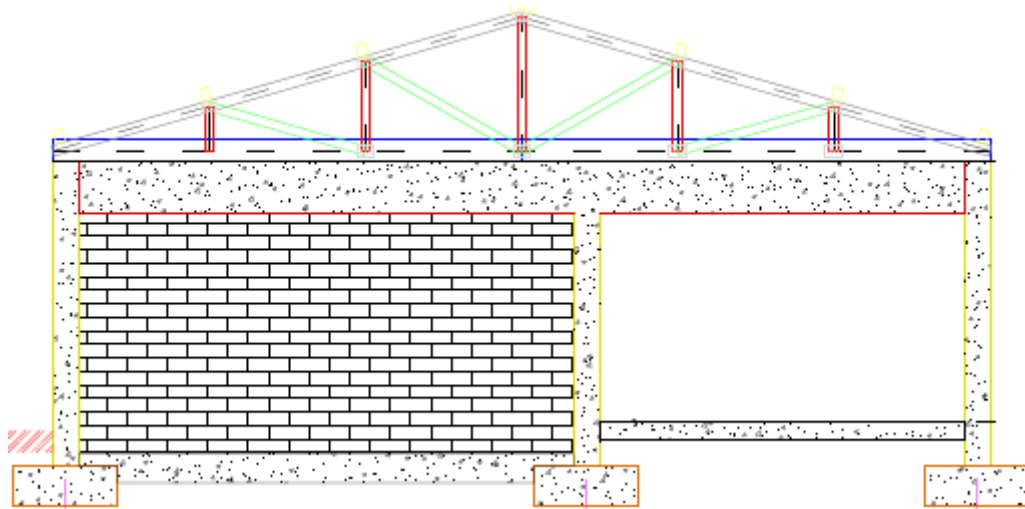


Imagen: Módulo de habitaciones anterior.

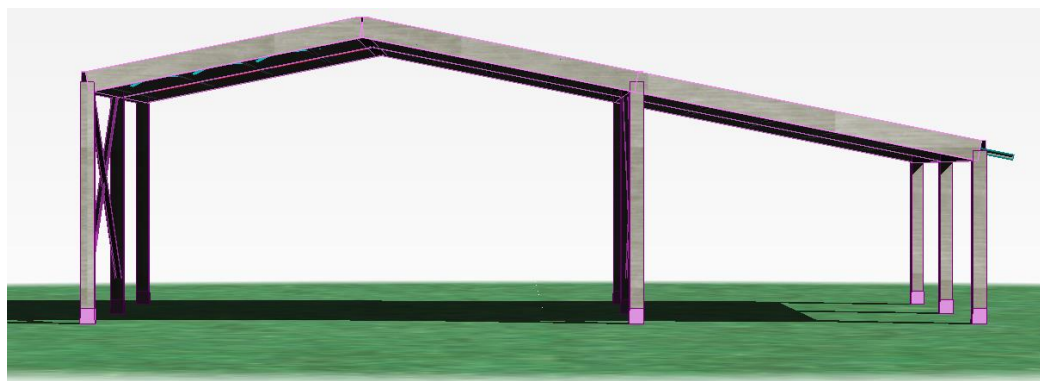


Imagen: Nuevos módulos de habitaciones propuestos.

LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Para el abastecimiento de electricidad al orfanato se planteaban 3 alternativas, que son:

La obtención de la misma a partir de la red eléctrica, la construcción de un parque de placas solares o una combinación de ambos casos.

La opción de apostar por las energías renovables como fuente de generación de electricidad era clara por la filosofía de base del proyecto, la cual permite hacer un guiño al medio ambiente y aplicar las nuevas tecnologías a los países pobres para aportar una mayor calidad de vida.

Finalmente se decide que el total de la energía aportada al orfanato sea de origen renovable, con el añadido de poder crear unos futuros ingresos en la zona con la venta de la energía sobrante.

EL POZO DE BOMBEO.

En anteriores proyectos existían 2 alternativas de cara al abastecimiento del agua al orfanato de Melong II.

Una de ellas era la construcción de un pequeño azud vertedero en el río que pasa cerca del orfanato y mediante una conducción del agua por tuberías suministrarla al orfanato.

La otra opción era la construcción de un pozo de bombeo ejecutado in situ y la distribución del agua captada de la misma manera que en el anterior caso.

Finalmente y una vez conocidas las ventajas y desventajas de cada alternativa se plantea como solución definitiva la construcción del pozo de bombeo.

Las ventajas son que una vez obtenido un primer presupuesto este se plantea abordable económicamente.

Además de que la calidad de agua es mucho mayor y no es necesario disponer de instalaciones auxiliares adicionales para el tratamiento del agua.

Por último la ejecución del pozo de bombeo es la manera más rápida de abastecer la zona de agua con lo que se dispondrá de agua para la construcción del orfanato.

LA FOSA SÉPTICA.

La fosa séptica equivale a un tratamiento primario de las aguas residuales domésticas. En ella se realiza la separación y transformación físico-química de la materia orgánica contenida en estas aguas.

Se trata de una forma sencilla y barata de tratar las aguas residuales por lo que se considera una opción perfecta para el orfanato.

EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN ORFANATO EN MELONG II (CAMERÚN)

-  MEMORIA
-  PLANOS
-  PLIEGO
-  PRESUPUESTO

MEMORIA

INDICE:

ANEJO 1. MEMORIA	3
ANEJO 2. ESTUDIOS PREVIOS	4
ANEJO 3. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA	10
1. NORMATIVA APLICADA AL CÁLCULO	10
2. EXPLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEFINITIVA.....	10
3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA:	15
ANEJO 4. DISEÑO HIDRAULICO	80
DATOS DE OCUPACIÓN	80
DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA: POZO DE BOMBEO - DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO.....	83
DIMENSIONAMIENTO DE LA BOMBA DE PRESIÓN PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN:	90
DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	95
ANEJO 5. DISEÑO SANITARIO	102
1. INTRODUCCIÓN	102
2. LETRINAS	102
3. FOSA SÉPTICA	104
ANEJO 6. INSTALACIONES	106
1. INTRODUCCIÓN	106
2. POTENCIA MÁXIMA.....	107
3. SISTEMA ENERGÉTICO.....	110
4. INSTALACIÓN	137
ANEJO 7. IMPACTO AMBIENTAL	142
ANEJO 8. SEGURIDAD Y SALUD	149

ANEJO 1. MEMORIA

En el presente capítulo se estudia la parte más técnica del proyecto.

Partiendo de unos datos de partida obtenidos con diferentes estudios y siguiendo la normativa se verifica la solución definitiva elegida. El proceso se hace con un predimensionamiento inicial según las recomendaciones del libro “Estructuras de madera” de Ramón Argüelles, para la posterior comprobación completa con el software de cálculo de estructuras “Robot Structural Analysis de Autodesk”, versión 2014.

Por último, se presentan dos anexos “Anexo I” y “Anexo II” en los que se recoge la nota de cálculo completa obtenida del análisis del software de las estructuras de los módulos de habitaciones y de los edificios de servicios respectivamente.

ANEJO 2. ESTUDIOS PREVIOS

Localización y ubicación:

La casa de acogida que se estudia en este proyecto está ubicada en el pueblo de Melong II en Camerún. Melong II es una localidad perteneciente a la Región Litoral del país africano y cuya capital es Douala.

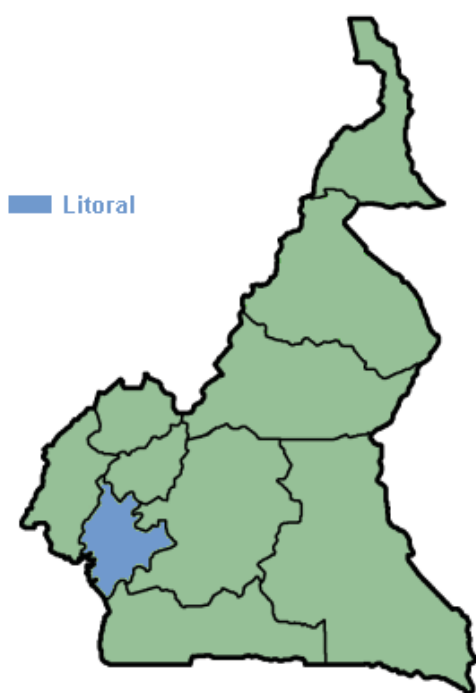


Imagen: Ubicación de Camerún en Africa y de la región de Litoral

Se trata de una pequeña población situada a 18 km de Douala, en torno a la N5, 15 km al norte de Nkongsamba (ciudad con una población de unos 104.050 habitantes). Los terrenos destinados a albergar la casa de acogida se encuentran a las afueras del Pueblo.

Se añade el croquis a continuación que representa la topografía del terreno. Esta información se obtuvo contratando a un particular del lugar.

Topografía:

También se acompaña de la referencia topográfica de los 12 vértices que delimitan el terreno.

Smts	X	Y
B.1	607 394. 01	558 623. 60
B.2	607 411. 63	558 614. 86
B.3	607 420. 43	558 606. 86
B.4	607 389. 70	558 562. 66
B.5	607 393. 70	558 546. 75
B.6	607 387. 35	558 529. 06
B.7	607 394. 14	558 521. 22
B.8	607 331. 53	558 533. 31
B.9	607 348. 27	558 580. 51
B.10	607 344. 48	558 581. 73
B.11	607 353. 48	558 609. 03
B.12	607 363. 07	558 620. 68

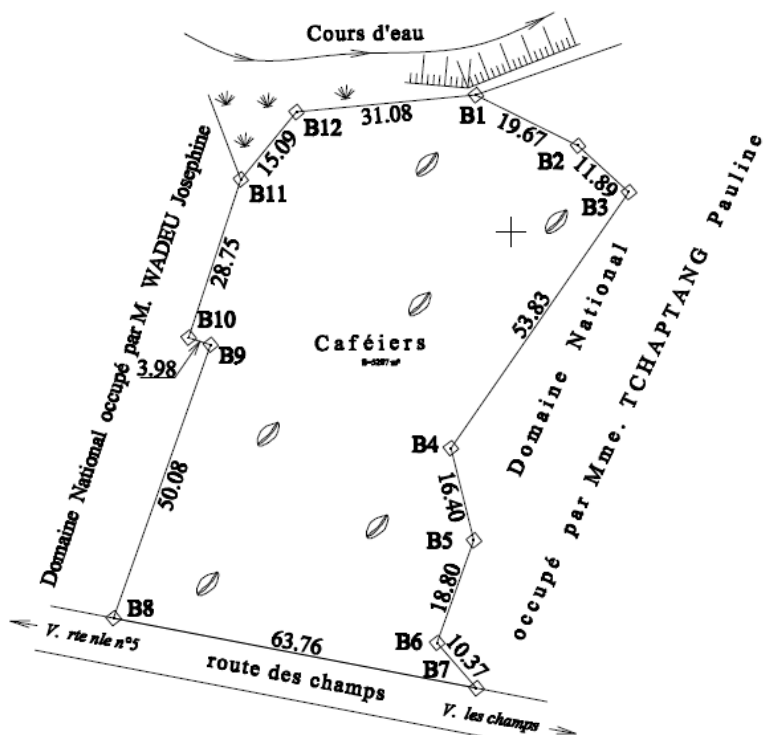


Imagen: Planta del terreno para la construcción del orfanato.

Inicialmente se pensaba que el terreno disponible para el orfanato tenía una superficie de unos 10.000 m². Tras este estudio se sabe que el terreno antes mostrado tiene 5297 m² y el resto, aproximadamente 4000 están más alejados y serán utilizados para el enriquecimiento del orfanato en un futuro, aunque no sea con un fin constructivo sino que podrá ser dedicado a plantaciones.



Imagen: Estado actual del terreno en el que se va a construir el orfanato.

Geotecnia y geología del terreno:

No se dispone de información concreta acerca de estos temas, pero sí que se sabe que el terreno soporta edificaciones de una tipología similar a la que se va a construir. Para esta afirmación nos basamos en observar lo existente, como se muestra en la siguiente foto tomada en marzo de 2015.



Imagen: Construcciones existentes en Camerún semejantes en tipología al orfanato.

Se aprecian edificaciones de una altura con cerramientos de madera y cubierta ligera por lo que se entiende no habrá problemas de asentamientos gracias a las cimentaciones superficiales que se proponen para nuestra construcción.

Selección de materiales:

La madera como material estructural.

Dentro de las ventajas que presenta la madera como material estructural, nos centramos en las siguientes para justificar su elección con tal fin:

- Es un material natural, renovable y absolutamente biodegradable, que además una gran resistencia frente a agentes químicos agresivos
- Debido a la combinación de sus componentes (celulosa y lignina), presenta excelente relación resistencia/peso.
- Es un material recuperable, que además de ser reutilizado para el uso puede ser reciclado como materia prima transformando aprovechando su poder calorífico como biomasa.
- El proceso de transformación de la madera consume menos energía que la necesaria en otros materiales, aproximadamente un 16% del necesario para el acero y un 2,5% en el caso del aluminio, lo que reduce considerablemente el impacto ambiental generado por la estructura del edificio.
- Al contrario de lo que se suele pensar, la madera presenta un correcto comportamiento frente al fuego. Esto es debido a que durante el incendio, se crea una capa carbonizada en la superficie del elemento que lo aísla, manteniendo intactas sus propiedades mecánicas en el interior.
- Es un excelente aislante térmico y acústico, lo que repercute en un mayor bienestar y una reducción del consumo energético, factores en los cuales, se hace una gran incidencia en el CTE.

La madera que se suministrará para la construcción será una madera autóctona con la que se han construido más edificaciones similares a las que se pretenden en este proyecto como se muestra en las siguientes imágenes.

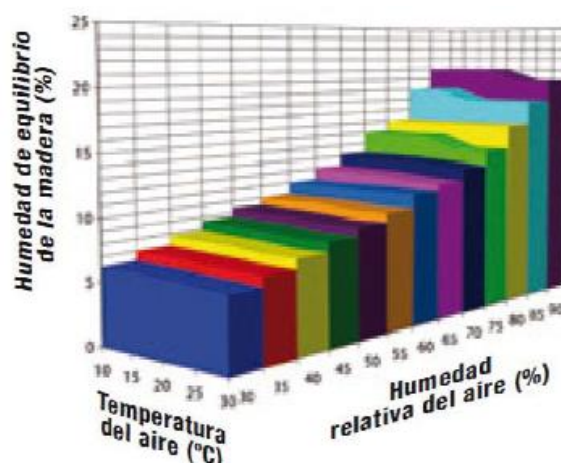
No se disponen de datos específicos del tipo de madera, pero se sabe que es un material de construcción empleado normalmente en Camerún.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS PROPIEDADES DE LA MADERA:

La madera como elemento estructural, presenta unas propiedades y características mecánicas, que dependen de factores como el contenido de humedad y duración de la carga, o la sección de las piezas. En ausencia de factores de degradación, la edad de la estructura no influye en la resistencia de sus materiales.

✓ CONTENIDO DE HUMEDAD:

En ambientes interiores, con humedad controlada y clase de servicio 2 (piscina cubierta), la madera adquiere su equilibrio higroscópico. Las propiedades mecánicas de la madera, como son la resistencia y el módulo de elasticidad, ven modificados sus valores con una variación de humedad.



✓ DURACIÓN DE LA CARGA:

Las estructuras de madera son sensibles a las cargas de larga duración, habitualmente cargas permanentes, que aún siendo de menor valor que otras, sus acciones pueden originar situaciones más desfavorables sobre los elementos resistentes. Esta característica por otro lado, proporciona un correcto comportamiento frente a cargas de viento o sismo.

Clases de duración de las acciones, según el DB SE-M:

Clase de duración	Duración aproximada acumulada de la acción en valor característico	Acción
Permanente	más de 10 años	Permanente, peso propio
Larga	de 6 meses a 10 años	Apeos o estructuras provisionales no itinerantes
Media	de una semana a 6 meses	sobrecarga de uso; nieve en localidades de >1000 m
Corta	menos de una semana	viento; nieve en localidades de < 1000 m
Instantánea	algunos segundos	sismo



Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga				
			Permanente	Larga	Media	Corta	Instantánea
Madera maciza	UNE-EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera laminada encolada	UNE-EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Madera microlaminada	UNE-EN 14374, UNE-EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Tablero contrachapado	UNE-EN 636						
	Tipo EN 636-1,2 y 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Tipo EN 636-2 y 3	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	Tipo EN 636-3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Tablero de virutas orientadas (OSB) ¹	UNE-EN 300						
	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	OSB/3, OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	OSB/3, OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Tablero de partículas	UNE-EN 312						
	Tipo P4, Tipo P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	Tipo P5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
	Tipo P6, Tipo P7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
	Tipo P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Tablero de fibras duro	UNE-EN 622-2						
	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
	HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Tablero de fibras semi-duro	UNE-EN 622-3						
	MBH.LA 1 o 2,	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MBH.HLS1 o 2	2	-	-	-	0,45	0,80
Tablero de fibras MDF	UNE-EN 622-5						
	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
	MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

✓ SECCIÓN DE LAS PIEZAS

En algunos casos las características geométricas de las secciones utilizadas, también modifican los valores característicos de las propiedades de los materiales, como son la tracción o la flexión, y cuyos factores, así como las propiedades a las que afectan, se recogen en la siguiente tabla:

Factor	Aplicación				
de altura	Madera aserrada: canto (mm)	<40	70	100	≥150
	Factor k_h de corrección de $f_{m,k}$ y $f_{t0,k}$	1,3	1,2	1,1	1,0
	Madera laminada: canto (mm)	<240	300	400	≥600
	Factor k_h corrector de $f_{m,g,k}$ y $f_{t0,g,k}$	1,10	1,07	1,04	1,00
de volumen	Madera laminada : volumen de la zona afectada (m^3)	<0,010	0,015	0,020	0,030
	Factor k_{vol} corrector de $f_{t0,g,k}$	1,00	0,92	0,87	0,80

ANEJO 3. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

1. NORMATIVA APLICADA AL CÁLCULO.

La normativa a aplicar es:

- Los Documentos Básicos del Código técnico de la edificación:
 - Seguridad Estructural, CTE_DB-SE
 - Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación, CTE_DB-SE_AE.
 - Seguridad Estructural, Madera CTE_DB-SE_M.
 - Seguridad Estructural, Cimentaciones CTE_DB-SE_C
 - Seguridad Estructural, Seguridad en caso de incendio CTE_DB-SE_SI.
- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE 08.

2. EXPLICACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEFINITIVA

MÓDULO DE HABITACIONES:

Para el nuevo diseño de los módulos de las habitaciones se propone una estructura de madera aporticada sobre cimentaciones superficiales de hormigón armado y con cubierta ligera y cerramientos de materiales sostenibles como madera o bloques prefabricados de tierra compactada.

Estos módulos tendrán una planta rectangular de $(8+5)*10$ metros como se muestra en la imagen del modelo de cálculo empleado, y serán de una sola altura a nivel del terreno actual.

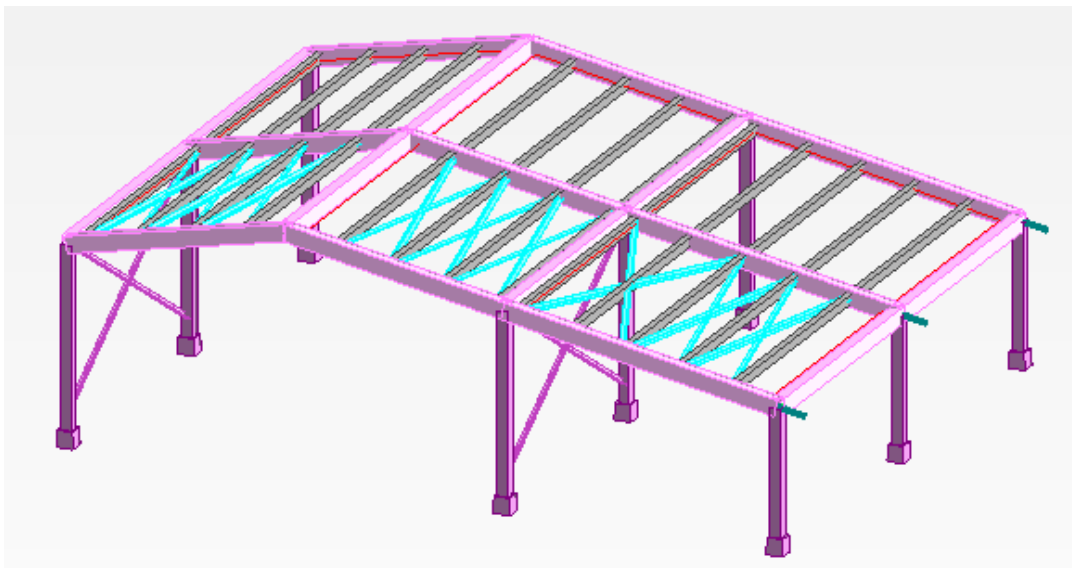


Imagen: Modelo de cálculo de los módulos de habitaciones.

La distancia longitudinal de cada módulo será de 10 metros, con una separación entre pórticos de 5 metros, por lo que se colocarán 3 pórticos en total.

A continuación se muestra la sección transversal de un pórtico ejemplo:

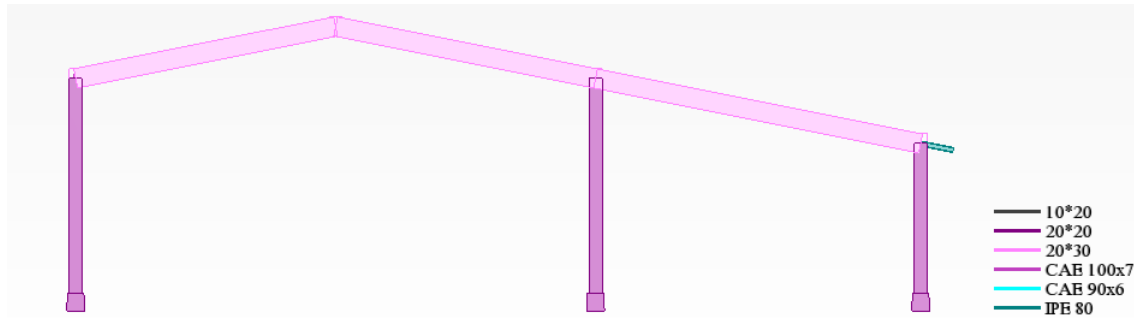


Imagen: Vista frontal del modelo de cálculo de los módulos de habitaciones.

Como se observa, se distinguen dos áreas. La primera es más amplia de $(8 \cdot 10) = 80 \text{ m}^2$ que será íntegramente útil como habitación. La zona anexa como se ve en la imagen de $(5 \cdot 10) = 50 \text{ m}^2$ será un porche con un fin ocioso o cultural para los módulos. Con la construcción del porche se pretende preservar una de las ideas iniciales de diseño que tuvo el proyecto, y además se considera un buen complemento al orfanato.

Los pilares de madera tendrán una sección de $0.20 \cdot 0.20 \text{ m}$. El pilar izquierdo y central observados en la imagen tienen una altura total de 3.30 metros, quedando 0.30 m enterrados en el terreno. De esta forma se considera la altura del orfanato de 3.00 m. La pendiente de la cubierta será de 11.3° , manteniéndose también la misma en la nave anexa que cubrirá la superficie de porche anteriormente comentada.

Las vigas transversales de pilar a pilar y las longitudinales de pórtico a pórtico serán de madera con unas dimensiones de $0.20 \cdot 0.30 \text{ m}$.

Para una mejor distribución de los esfuerzos transmitidos por la cubierta y las sobrecargas a los pórticos, se colocan correas de madera de sección $0.10 \cdot 0.20 \text{ m}$ cada metro.

Para coaccionar el grado de libertad resultante libre de la unión zapata pilar se colocan elementos metálicos de perfil CAE $90 \cdot 6$. La distribución de estos arriostramientos sigue la distribución de la "cruz de San Andrés".



Imagen: "Cruz de San Andrés" con elementos metálicos en una estructura de madera.

Como detalle estético estructural, se añade un perfil metálico IPE 80 como voladizo de 0.50 m de longitud para dar sombra al porche.

En el proyecto se contempla el abastecimiento de agua potable y de electricidad a cada módulo.

La distribución interior de los módulos se adjunta en el siguiente croquis obtenido de los planos de este proyecto. Esta distribución será de carácter completamente orientativo, siendo totalmente viable la variación del mismo.

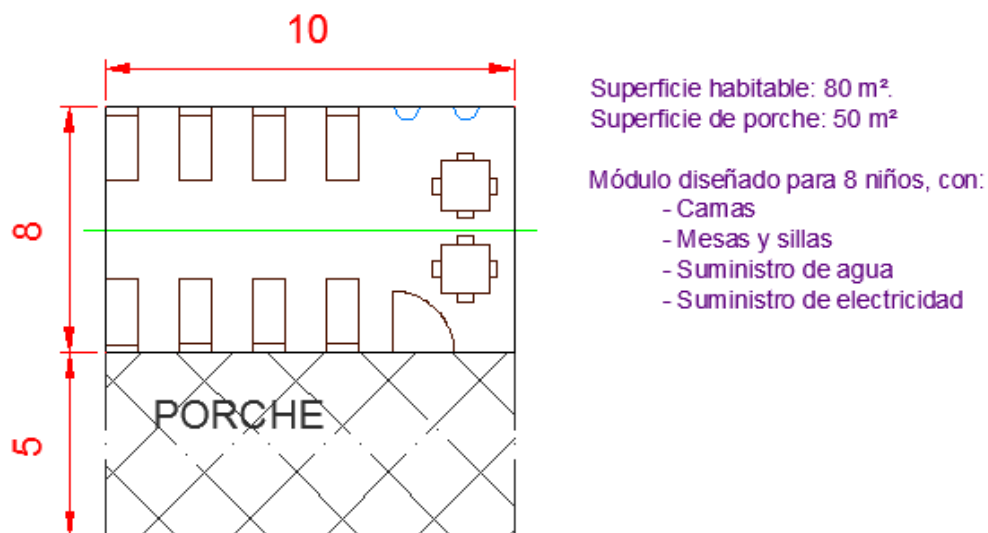


Imagen: Croquis en planta de la distribución del mobiliario de los módulos

EDIFICIO DE SERVICIOS

El diseño de este edificio destinado a varios usos conjuntamente. Se trata también de una estructura de madera aporticada sobre cimentaciones superficiales de hormigón armado y con la cubierta y los cerramientos de materiales sostenibles como madera o bloques prefabricados de tierra compactada.

Este edificio tendrá una planta rectangular de $(10+5)*24$ metros como se muestra en la imagen del modelo de cálculo empleado, y será de una sola altura a nivel del terreno actual.

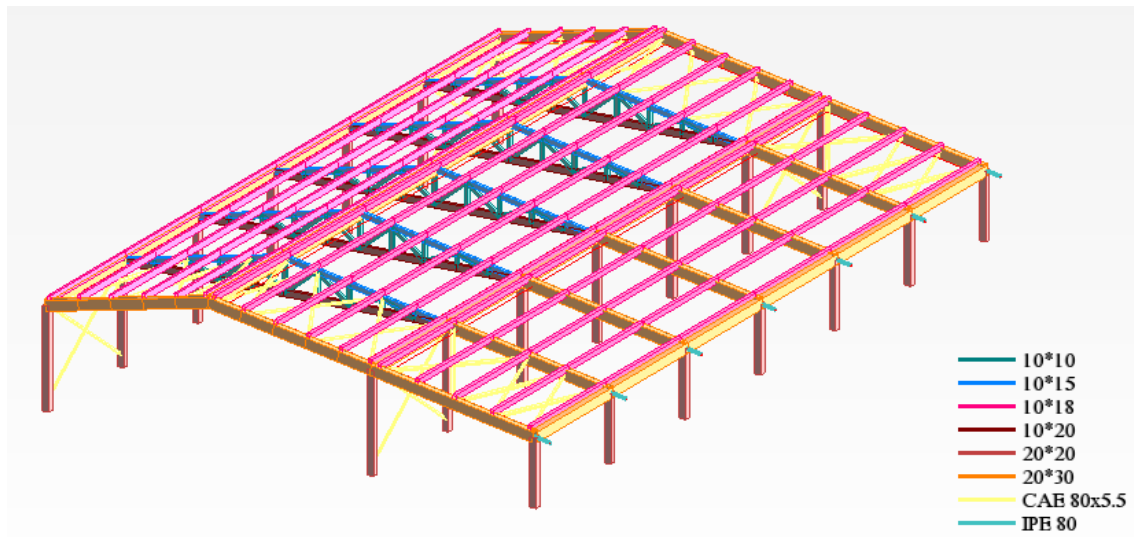


Imagen: Modelo de cálculo empleado para el edificio central.

El edificio se divide en dos partes como se ve en la imagen. Por un lado está la parte aporticada de 10 metros de luz que será la destinada como superficie útil como edificio de servicios con un total de $(10*24=)$ 240 m². La parte anexa de 5 metros de luz será destinada a la construcción del porche de manera similar a los pórticos con lo que se conseguirá completar la hilera de porches de cara al patio central que dará una imagen estética y acogedora.

Como ya se ha dicho, la distancia longitudinal del edificio será de 24 metros, y se colocarán 7 pórticos cada 4 metros de diferentes tipologías como se muestra a continuación.

Dado que el primer y último pórtico estarán menos sometidos a la acción de cargas verticales, se proponen 3 vigas de madera de sección $0.20*0.30$ m para salvar las luces sobre los pilares de madera de $0.20*0.20$ que apoyarán sobre las zapatas de hormigón armado.

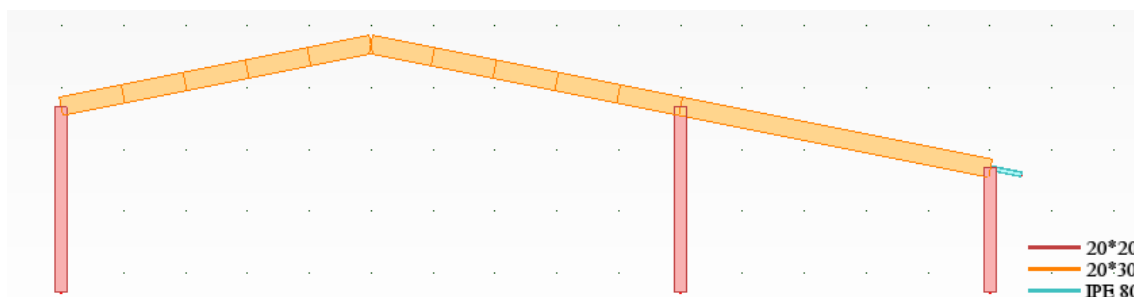


Imagen: Vista frontal de la primera y última sección del edificio central

De la misma manera, sobre pilares de madera de 0.20×0.20 m que parten de una cimentación de hormigón armado se construyen los 5 pórticos centrales restantes. Se consigue salvar la luz de 10 metros con una cercha de madera en celosía combinando vigas y barras de 0.10×0.20 , 0.10×0.15 y 0.10×0.10 metros. Se proponen vigas de 0.20×0.30 m para salvar al luz de 5 metros de la nave anexa para el porche de la misma manera que en los módulos de las habitaciones.

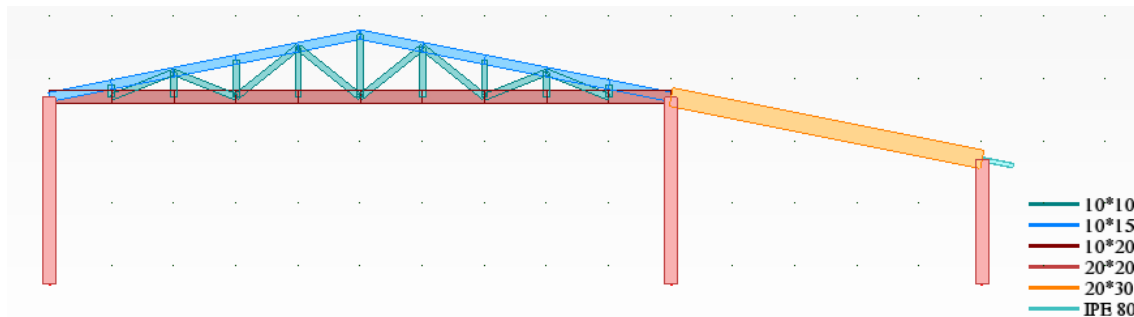


Imagen: Vista frontal de los pórticos intermedios del edificio central.

Para la distribución de las cargas sobre los pórticos se colocarán correas de madera de 0.10×0.18 m cada metro.

También se colocarán arriostramientos en forma de “Cruz de San Andrés” para coaccionar el movimiento de la estructura en la dimensión longitudinal de la misma con perfiles de acero CAE 80×5.5 .

Se creará el voladizo adicional con los mismos perfiles IPE 80 que en el caso de los módulos por una razón estética y funcional para dar sombra al porche del edificio. Y también se dotará de abastecimiento de agua potable y de electricidad al edificio.

Por último se adjunta la planta con una idea de la distribución que puede presentar el edificio, pero que no es definitiva como en el caso de los módulos sino que se podrá modificar según se estime conveniente.

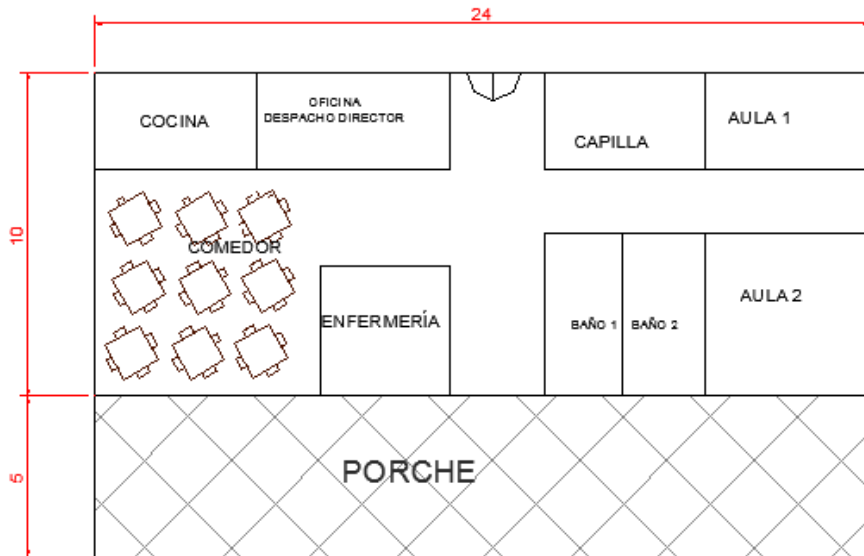


Imagen: Croquis en planta de la distribución del mobiliario del edificio central

3. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA:

ACCIONES A CONSIDERAR CÁLCULO DE LAS SOLICITACIONES:

- Acciones permanentes:
 - Peso propio:
El peso específico asignado a la madera es de 5.59 KN/m^3 .
 - Cargas muertas
El peso considerado de carga muerta es el debido a la propia estructura y a la cubierta, que al tratarse de una cubierta ligera no será una gran sollicitación para la estructura. Sin embargo y por razones de seguridad, se diseña la estructura con una carga muerta repartida de cubierta igual a 0.5 Kn/m .
- Acciones variables:
 - Sobrecarga de uso.
 - Acción del viento

No se ha considerado la carga de nieve ni de sismo. Tampoco acciones térmicas.

Peso Propio y cargas muertas: Las características de la madera empleadas en el cálculo son las que se acompañan en la tabla:

Madera tipo, clase resistente c – 18:

Densidad	6.38 Kn/m ³
Módulo elástico E	9000.00 Mpa
Módulo transversal(G)	700.00 Mpa

La sobrecarga de uso:

La sobrecarga de uso aplicada es la indicada en el documento básico de seguridad estructural de acciones en la edificación (DB SE – AE) correspondiente al grupo.

El CTE clasifica en diversas categorías las estructuras en función de su uso. En lo que respecta a cubiertas, se consideran únicamente accesibles para realizar labores de mantenimiento, como en el caso que nos ocupa, el valor a considerar depende de su tipología constructiva y/o su inclinación.

Para cubiertas inclinadas con pendientes suaves siendo accesibles únicamente para mantenimiento o conservación la carga uniforme es la expresada en la tabla siguiente.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

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

De acuerdo con la tabla de valores característicos de la sobrecarga de uso, establecemos la categoría G1 para cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) que establece una carga uniforme de 0.4 Kn/m² y una carga concentrada de 1 Kn/m.

Sobrecarga de viento:

El viento actúa como una fuerza perpendicular en cada punto expuesto, o presión estática:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$



Donde:

q_e: Presión dinámica del viento.

c_e: Coeficiente de exposición. Variable con la altura del punto considerado y función de la aspereza del entorno.

c_p: Coeficiente eólico. Dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento.

Debido a la falta de datos eólicos de la zona de ubicación del proyecto se han tomado los datos correspondientes a las zonas más desfavorables de España.

Presión dinámica del viento

Siendo V_b la velocidad básica del viento que se obtiene para la situación más desfavorable, Zona C, con un valor de 27m/s.

Se obtiene q_b= 0.53kN/m²

Para un periodo de retorno de 50 años el factor de corrección es 1. Por lo que no es necesaria su aplicación.

Coeficiente de exposición C_e

$$c_e = F \cdot (F + 7 k) \quad (D.2)$$

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L) \quad (D.3)$$

siendo k, L, Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno		Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

De acuerdo con las características de la zona de proyecto se ha considerado un entorno con grado de aspereza de tipo III.

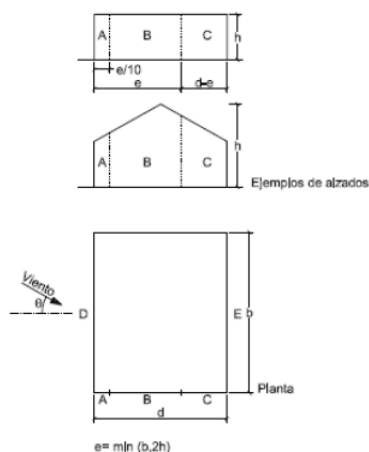
C_e= 2.04

Coeficiente eólico C_p

Se diferencian los coeficientes obtenidos para los paramentos verticales y para la cubierta a dos aguas. Adicionalmente, al ser un coeficiente dependiente de la geometría será diferente para los módulos y los edificios de servicios, contando con los siguientes valores:

Ángulo de la cubierta de las edificaciones: 11.31° .

Paramentos verticales:



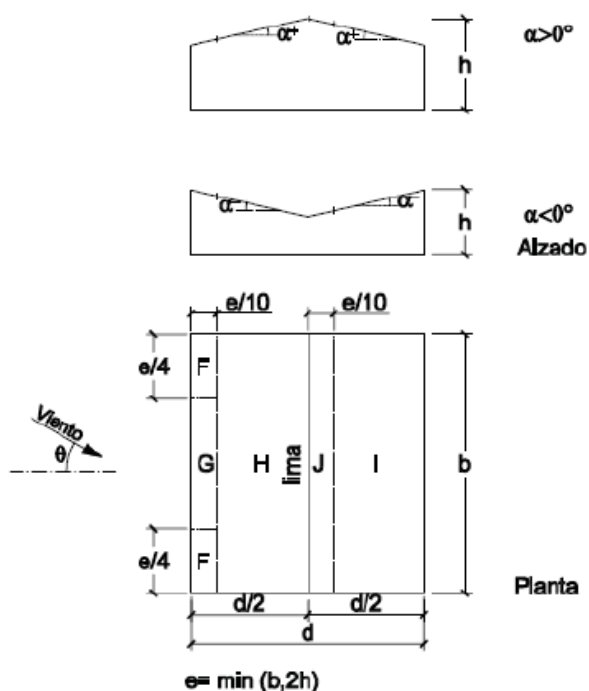
A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	"	-0,3

Se obtienen los siguientes coeficientes:

		ZONA				
		A	B	C	D	E
Cp	Cp edificio	-1.20	-0.80	-0.50	0.80	-0.64
	Cp módulo	-1.30	-1.00	-0.50	0.90	-0.52

Cubierta a dos aguas:

Solo se muestra un viento con incidencia de -45 a 45 grados ya que es el que da lugar a la situación más desfavorable.



Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
60°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

Se obtienen los siguientes coeficientes:

ZONA

F G H I J

Cp edificio de servicios	-2.10	-0.91	-0.26	-0.27	-0.91
	0.18	0.18	0.18	-0.08	-0.08
Cp Módulo de habitaciones	-1.98	-1.54	-0.26	-0.39	-1.44
	0.22	0.22	0.23	0.00	0.00

Cuadro resumen de las acciones del viento (kn/m2):

ZONA					
	A	B	C	D	E
Cp edificio de servicios	-1.29744	-0.86496	-0.5406	0.86496	-0.691968
	-	-	-	-	-
Cp Módulo de habitaciones	-1.40556	-1.0812	-0.5406	0.97308	-0.562224
	-	-	-	-	-
	F	G	H	I	J
Cp edificio de servicios	-2.27052	-0.983892	-0.281112	-0.291924	-0.983892
	0.194616	0.194616	0.194616	-0.086496	-0.086496
Cp Módulo de habitaciones	-2.140776	-1.665048	-0.281112	-0.421668	-1.556928
	0.237864	0.237864	0.248676	0	0

Nota: Los valores positivos corresponden a efectos de presión y los negativos de succión. Valores en kN/m².

COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las acciones, con sus valores característicos mayorados en función de los coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones indicados en la siguiente tabla se combinan de forma que tras el cálculo, se obtiene una envolvente de esfuerzos pésima en cada sección de los elementos estructurales.



Tipo de acción	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	—	—	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

En función de la probabilidad de acontecer todas las cargas simultáneamente, se ha definido una serie de coeficientes de simultaneidad (ψ), según la siguiente figura:

❖ Capacidad Portante:

- En situaciones de cargas persistentes o transitorias:

Todas las cargas permanentes adoptarán su valor de cálculo, mientras que las variables, se repartirán en una acción principal en su valor de cálculo y unas acciones concomitantes en sus valores de cálculos de combinación.

En este caso y los siguientes, se considerará la envolvente de iterar sucesivamente cada acción variable como principal.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

En este caso y los siguientes, se considerará la envolvente de iterar sucesivamente cada acción variable como principal.

- En situaciones extraordinarias:

Todas las cargas permanentes y la acción accidental adoptarán su valor de cálculo, mientras que las variables se repartirán en una acción principal en su valor de cálculo frecuente y unas acciones concomitantes en sus valores de cálculo casi permanente.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Si el efecto de la acción se considera favorable, el coeficiente de seguridad a adoptar será igual a cero, mientras que en caso desfavorable será la unidad.

Cuando la acción accidental sea originada por el sismo, todas las acciones variables se considerarán en su valor casi permanente.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

❖ Aptitud al servicio:

- En situaciones de acciones de corta duración.



Cuando los efectos pueden resultar irreversibles, los efectos de las acciones se determinan a partir de la combinación de acciones característica, con acciones permanentes y variable principal en valor característico y el resto de acciones variables en valor de combinación.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

En el caso que los efectos puedan considerarse reversibles, se considerará la combinación de acciones frecuente, con acciones permanentes en valor característico, acción variable principal en valor frecuente y el resto de acciones variables en valor casi permanente.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- En situaciones de acciones de larga duración:

La combinación a considerar se denomina casi permanente con acciones permanentes en valor característico y variables en valor casi permanente.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Tipo de acción		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	Armadura pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
Permanente de valor no constante		$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

COMPROBACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (ELS)

Los estados límites de servicio, se encargan de establecer unos valores que aseguren el confort de los usuarios y la integridad de los elementos constructivos durante el periodo de uso de la estructura.

DEFORMACIONES

El comportamiento de la estructura frente a las deformaciones, se comprueba con el fin de determinar si la estructura es lo suficientemente rígida para soportar las cargas a las que está sometida, sin que por ello se vea afectada su funcionalidad.

La deformación total de un elemento se compone de dos términos, la deformación instantánea ε_{ini} y la deformación diferida ε_{dif} . Respecto a la instantánea, se encuentra relacionada con una determinada disposición de una carga y su estimación se realiza en base a la formulación habitual de resistencia de materiales.

La estimación de la flecha de cargas concomitantes, se realiza sumando el resultado de cada acción, e incluyendo la deformación diferida en caso de cargas permanentes.

En el caso que del presente proyecto, para garantizar la integridad de los elementos constructivos, cualquier pieza debe cumplir que la flecha obtenida una vez puesto en obra el elemento dañable no supere la relación $L/300$, al igual que para asegurar el confort de los usuarios y conservar una apariencia adecuada de la obra no superando esta relación con cualquier combinación de acciones permanentes.

Estas limitaciones no eximen de la correcta disposición y ejecución de los elementos dañables.

A fin de simplificar el cálculo de las deformaciones de elementos estructurales de madera, se ha obviado la debida al deslizamiento de los medios de unión.

COMPROBACIÓN DE LOS ESTADOS LÍMITE ÚLTIMOS (ELU)

Los estados límites últimos son aquellas situaciones que no deberán rebasarse para evitar colocar fuera de servicio la estructura, por superar su máxima capacidad resistente.

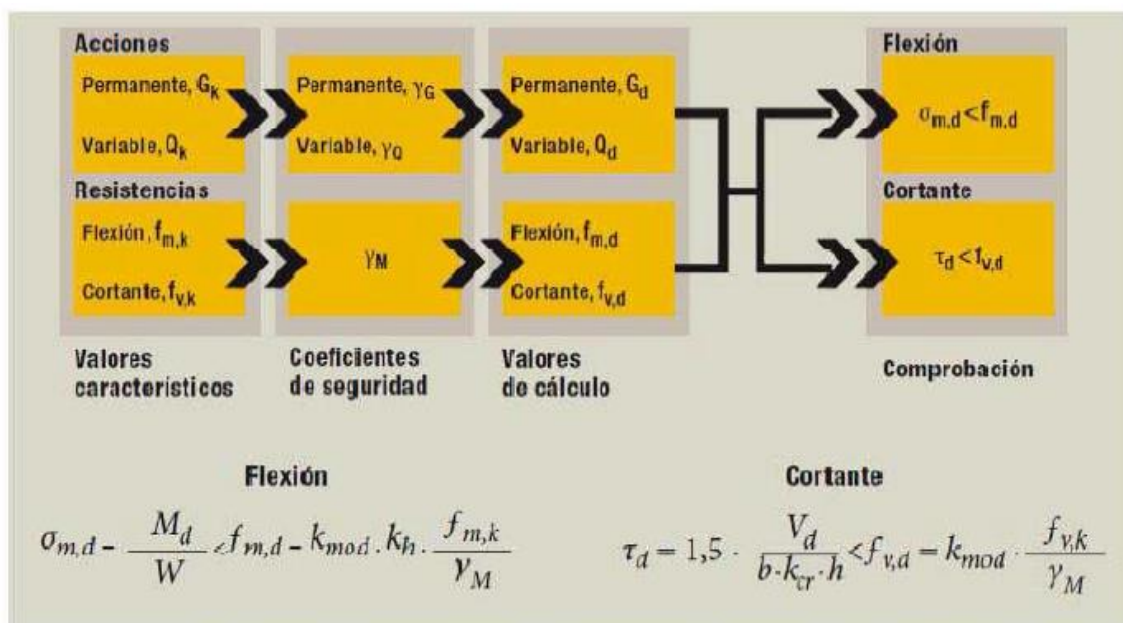
Se define como índice de agotamiento, el cociente que relaciona la tensión y la resistencia de cálculo para cada combinación de cargas.

Elementos flectados: vigas y tableros

Generalmente, se traslada al estudio de correas, cabios, viguetas, vigas y similares.

FLEXIÓN SIMPLE

Se comprueban los esfuerzos de flexión y tangenciales originados en un elemento, perpendiculares a su eje longitudinal. En la siguiente gráfica se muestran las acciones y comprobaciones en el cálculo de estructuras de madera.



$k_{cr}=0,67$ para madera aserrada y laminada encolada y $k_{cr}=1$ para otros productos, debido a la influencia de las fendas



FLEXIÓN ESVIADA

El caso de la flexión esviada, se da por ejemplo en las correas de cubierta, y en ella se debe cumplir que la suma de los índices de agotamiento respecto a cada eje principal de la sección, deberá ser inferior a la unidad.

Flexión esviada

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

En este caso se incluye un factor K_m que tiene en cuenta, el efecto de redistribución de tensiones y la falta de homogeneidad del material en la sección transversal.

Para secciones rectangulares de madera maciza y madera laminada encolada, se puede reducir alternativamente el índice de cada eje en un 30%, es decir, $K_m = 0,7$.

En el resto de los casos $K_m = 1,0$

SOLICITACIONES COMBINADAS, FLEXOTRACCIÓN Y FLEXOCOMPRESIÓN

En la comprobación de secciones sometidas a esfuerzos de flexotracción, se sumará a los índices de agotamiento anteriores, el correspondiente a la tracción.

Flexotracción

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

En caso de solicitaciones de flexocompresión, el índice de agotamiento a sumar irá elevado al cuadrado, debido al proceso de plastificación que sufren las fibras antes de su agotamiento por compresión.

Flexocompresión

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

VUELCO LATERAL

Las vigas que no disponen de un adecuado arriostramiento (bien sea puntual o continuo), pueden llegar a desarrollar un fallo por vuelco lateral. Este fenómeno se produce cuando la sollicitación supera un valor crítico que origina un desplazamiento y giro lateral en la cabeza comprimida de la sección.

Vuelco lateral

$$L_{ef} = \beta_v \cdot L \quad C_e = \sqrt{\frac{L_{ef} \cdot h}{b^2}}$$

Se define la longitud eficaz, como la longitud entre puntos de arriostramiento que impidan el vuelco, para obtener un coeficiente de esbeltez geométrica, que es función también de las dimensiones de la pieza.

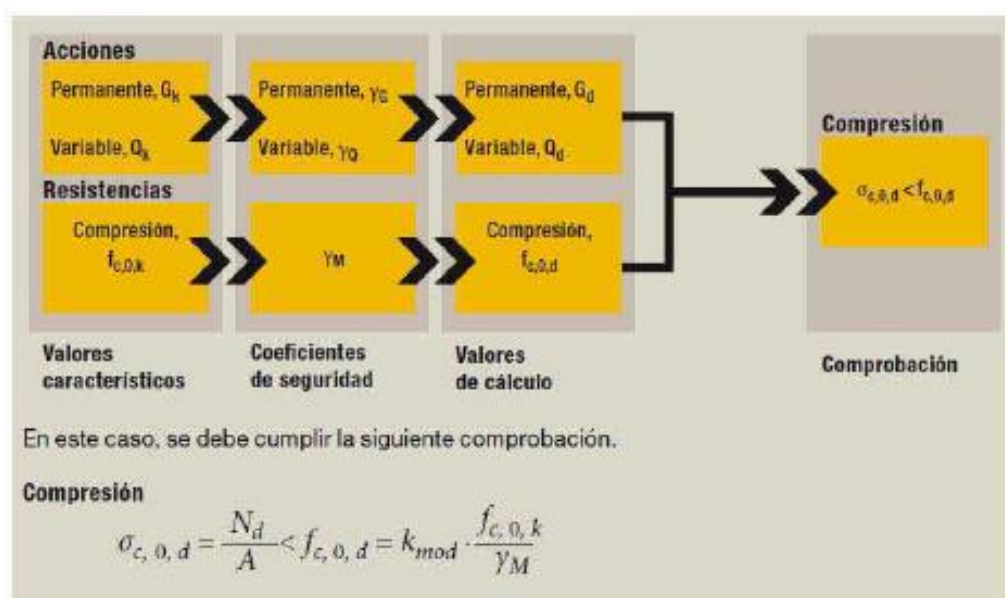
En general, la esbeltez de los elementos flectados de madera aserrada suele ser baja, por lo que rara vez se presenta este fenómeno de inestabilidad. Mientras que en la madera laminada encolada, debido a las elevadas luces que alcanzan, combinado con la utilización de cantos de reducidos anchos, requiere la comprobación de vuelco lateral.

Elementos comprimidos (soportes)

COMPRESIÓN SIMPLE

Para elementos comprimidos como suelen ser los soportes o pilares, se debe realizar la comprobación de los esfuerzos de compresión, en la dirección paralela a la fibra.

Comprobación a compresión simple:



SOLICITACIONES COMBINADAS

En relación a las solicitaciones combinadas, de flexotracción y flexocompresión en soportes, se deben realizar las mismas comprobaciones planteadas en el apartado de solicitaciones combinadas, flexotracción y flexocompresión.

INESTABILIDAD DE SOPORTES

El fenómeno de pandeo de un elemento comprimido, viene originado por la esbeltez de la pieza, que añadido a las imperfecciones de rectitud de las mismas, la anisotropía del material,

y otras posibles singularidades inherentes a la madera, pueden provocar el fallo bajo cargas muy inferiores a las previstas en función de la resistencia del material.

Inicialmente se debe definir la longitud de pandeo (___) en cada plano, siendo función de la longitud real del elemento considerado y de las restricciones existentes en sus extremos.

La esbeltez mecánica de la pieza, es función de la longitud de pandeo y del radio de giro de la sección. Partiendo de este valor se obtiene la esbeltez relativa.

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \Rightarrow \lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,k}}}$$

Este valor de esbeltez relativa plantea dos alternativas. Un primer caso, con un valor de la esbeltez inferior a 0,3 que implica que no resulta necesario seguir con la comprobación y un segundo caso, correspondiente a un resultado superior a 0,3 donde, se debe de obtener el factor k_v mediante la siguiente expresión:

$$k_v = 0,5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2)$$

En la expresión del factor k_v los valores del coeficiente β_c son 0,2 para madera maciza y 0,1 para madera laminada encolada, debido a las excentricidades de las piezas.

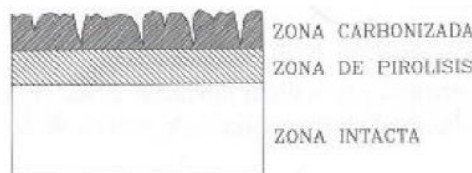
Finalmente la obtención del coeficiente de pandeo (χ_c) se realiza en función de la esbeltez relativa y el factor k_v debiendo de realizar la comprobación de inestabilidad para compresión simple, en ambos planos principales de inercia.

$$\chi_c = \frac{1}{k_v + \sqrt{k_v^2 - \lambda_{rel}^2}} \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{\chi_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1$$

Comportamiento de la madera frente al fuego

Para clacular el comportamiento de la madera frente al fuego, es necesario saber cómo actúa ésta frente a éste fenómeno.

En el siguiente dibujo, se puede observar qué ocurre con la sección de madera frente a una situación de incendio, dónde se observa una zona carbonizada (inservible), una zona de pirolisis (donde sigue ardiendo) y una zona intacta.



Esta zona intacta es la que se tiene que conservar sin que sugra ningún cambio durante el tiempo qque indica la norma que debe resistir la estructura.

Cuadro de combinaciones de ELU:

Combinación	PP	SC	V1	V2
1	1.35	1.5	0	0
2	1.35	1.5	0.9	0

3	1.35	1.5	0	0.9
4	1.35	0	0	0
5	1	1.5	0	0
6	1	1.5	0.9	0
7	1	1.5	0	0.9
8	1.35	1.05	1.5	0
9	1.35	1.05	0	1.5
10	1.35	0	1.5	0
11	1.35	0	0	1.5
12	1	1.05	1.5	0
13	1	1.05	0	1.5
14	1	0	1.5	0

Cuadro de combinaciones de ELS:

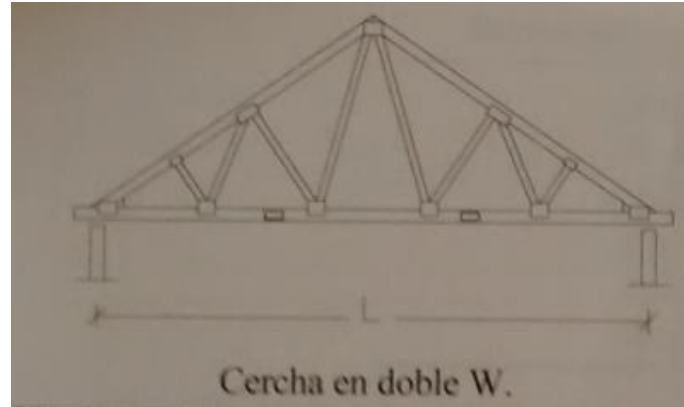
Combinación	PP	SC	V1	V2
1	1	1	0	0
2	1	1	0.6	0
3	1	1	0	0.6
4	1	0	0	0
5	1	0.7	1	0
6	1	0.7	0	1
7	1	0	1	0
8	1	0	0	1
9	1	0.7	0	0
10	1	0.6	0.5	0
11	1	0.6	0	0.5
12	1	0	0.5	0
13	1	0	0	0.5
14	1	0.6	1.5	0

PREDIMENSIONAMIENTO

Para el la definición geométrica de la estructura se recurre al libro “Estructuras de madera” de R.Argüelles en el cual establece unas fórmulas para establecer, de manera aproximada, las dimensiones iniciales de la estructura.

Se trata de aproximar la estructura a un sistema estructural de cerchas ligeras. La decisión aprovecha la facilidad constructiva de esta tipología que emplea piezas prefabricadas de madera de pequeña escuadría y uniones mediante placas-clavo.

Para el caso que nos ocupa, proponemos una cercha en doble W modificada, ya que se añaden unas piezas verticales con el objetivo de mejorar el comportamiento estructural del sistema en servicio.



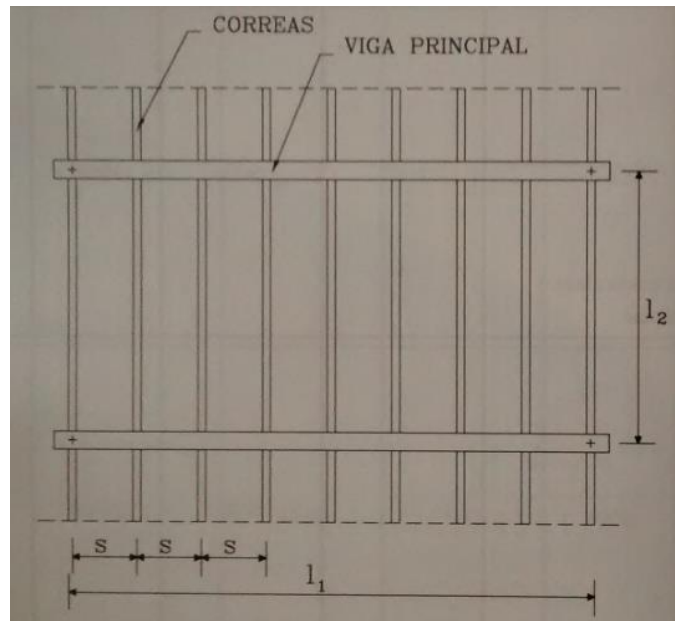
Predimensionamiento de las estructuras secundarias. Correas.

La separación entre los pórticos principales determina la luz de las correas. Se propone que la relación entre la luz principal (l_1) y la luz de la correa (l_2) sea 4-5.

$$l_1 / l_2 = 4-5$$

Según nuestras dimensiones de 10 metros de luz, la separación de nuestros pórticos debería ser de 2.5 metros. Una dimensión relativamente pequeña para nuestras pretensiones, por lo que se amplía esta separación principal entre pórticos a 4 metros. Esta distancia se justifica positivamente ya que la cubierta ligera que se propone no ejercerá grandes cargas sobre la estructura resistente y se propondrá también reducir la separación (s) entre correas para un mejor reparto de las cargas.

La siguiente figura muestra las dimensiones de la estructura principal y las correas que se han mencionado hasta ahora.



El canto de las correas (h) puede estimarse en función de su luz (l) como $h = l/17$. Y la base $b = h/2 - h/3.5$.

En nuestro caso colocamos pórticos cada 4 metros y correas separadas $s=1.00$ metros por lo que las dimensiones de la sección son $h=23$ y $b=10$.

Dado que el faldón de nuestra cubierta es superior a 7° como indica el libro, podemos reducir la sección propuesta para las correas.

$$h_\alpha = h \cdot \sqrt[4]{\frac{\cos \alpha}{3 \sqrt{\tan \alpha}}}$$

$$b_\alpha = h_\alpha \sqrt{\tan \alpha}$$

$h_\alpha = 21$. $b_\alpha = 10$

Las uniones planteadas para las uniones de las barras de madera son uniones mediante elementos metálicos, como se muestra a continuación:



Las uniones de los pilares de madera a la cimentación se hacen mediante elementos dobles metálicos anclados a la cimentación y atornillando el pilar a los mismos:

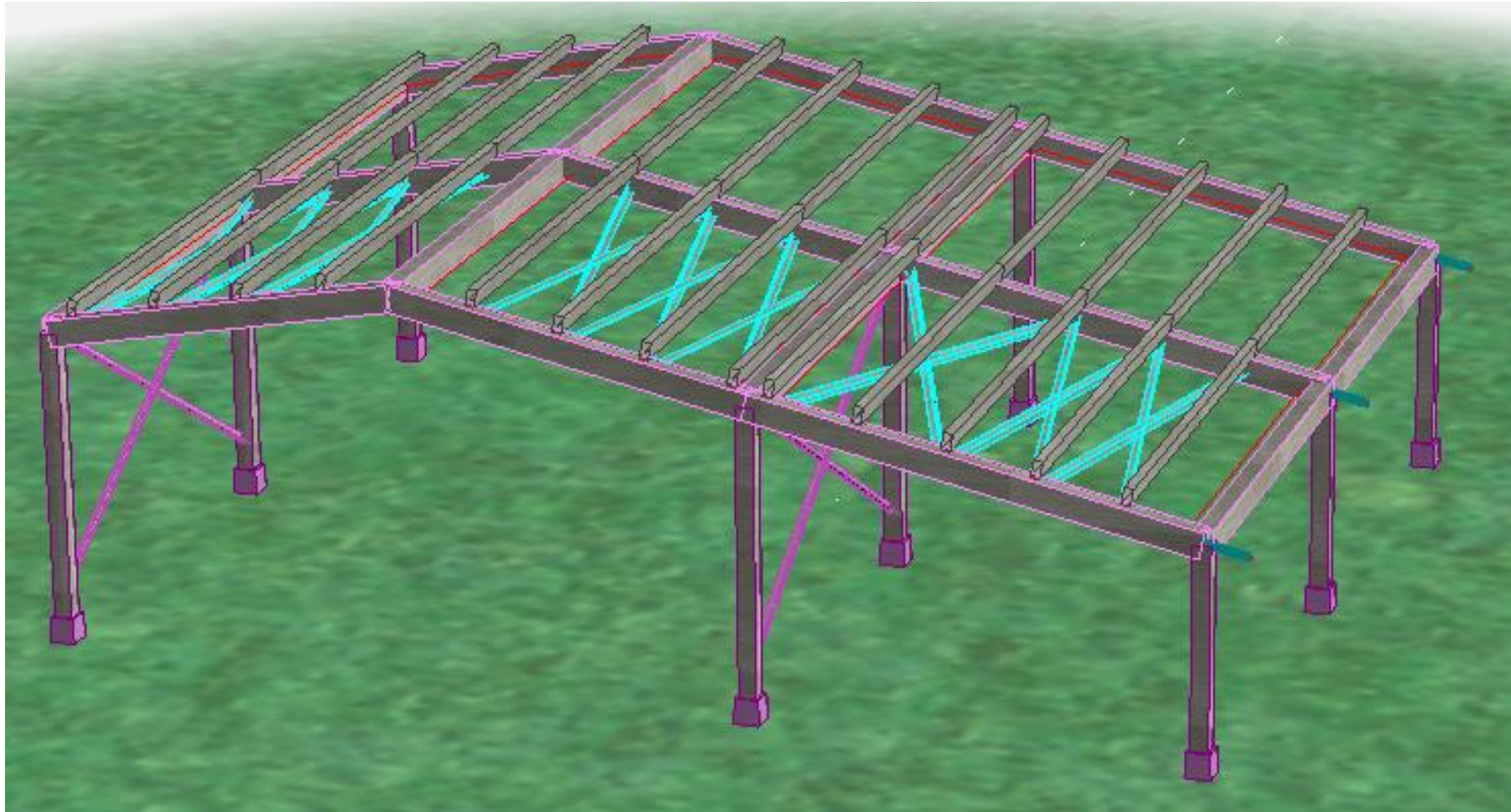


CÁLCULO CON SOFTWARE

Para la realización del cálculo de la estructura se ha hecho uso del software de cálculo de estructuras Robot Structural Analysis de Autodesk, versión 2014.

- CÁLCULO MÓDULO DE HABITACIONES
- CÁLCULO EDIFICIO DE SERVICIOS

ESTRUCTURA DE MADERA. MÓDULOS DE HABITACIONES



NOTA DE CÁLCULO:

LISTADO DE BARRAS:

Esfuerzos solicitación y verificación positiva de cada barra, con su caso de combinación más desfavorable utilizado en la comprobación.

BARRA	PERFIL	MATERIAL	SOLICITACIÓN	CASO	VERIFICACIÓN
1	20*20	MADERA	0.81	8 ULS /9/	OK
2	20*20	MADERA	0.45	8 ULS /19/	OK
3	20*20	MADERA	0.46	8 ULS /25/	OK
4	20*30	MADERA	0.46	8 ULS /9/	OK
5	20*30	MADERA	0.61	8 ULS /9/	OK
6	20*30	MADERA	0.47	8 ULS /9/	OK
8	20*20	MADERA	0.91	8 ULS /9/	OK
9	20*20	MADERA	0.63	8 ULS /3/	OK
10	20*20	MADERA	0.56	8 ULS /19/	OK
11	20*30	MADERA	0.63	8 ULS /9/	OK
12	20*30	MADERA	0.95	8 ULS /9/	OK
13	20*30	MADERA	0.73	8 ULS /9/	OK
15	20*20	MADERA	0.71	8 ULS /9/	OK
16	20*20	MADERA	0.4	8 ULS /3/	OK
17	20*20	MADERA	0.34	8 ULS /25/	OK
18	20*30	MADERA	0.43	8 ULS /9/	OK
19	20*30	MADERA	0.57	8 ULS /9/	OK
20	20*30	MADERA	0.4	8 ULS /9/	OK
22	20*30	MADERA	0.11	8 ULS /9/	OK
23	20*30	MADERA	0.12	8 ULS /9/	OK
24	10*20	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
25	10*20	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
26	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
27	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
28	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
29	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
30	10*20	MADERA	0.56	8 ULS /1/	OK
31	10*20	MADERA	0.56	8 ULS /1/	OK
32	20*30	MADERA	0.12	8 ULS /3/	OK
33	20*30	MADERA	0.14	8 ULS /9/	OK
34	10*20	MADERA	0.56	8 ULS /1/	OK
35	10*20	MADERA	0.56	8 ULS /1/	OK

36	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
BARRA	PERFIL	MATERIAL	SOLICITACIÓN	CASO	VERIFICACIÓN
37	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
38	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
39	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
40	10*20	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
41	10*20	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
42	20*30	MADERA	0.09	8 ULS /9/	OK
43	20*30	MADERA	0.09	8 ULS /9/	OK
44	10*20	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
45	10*20	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
46	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
47	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
48	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
49	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
50	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
51	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
52	10*20	MADERA	0.56	8 ULS /1/	OK
53	10*20	MADERA	0.56	8 ULS /1/	OK
54	20*30	MADERA	0.09	8 ULS /9/	OK
55	20*30	MADERA	0.11	8 ULS /9/	OK

Croquis de la estructura con el número de cada barra utilizado para su verificación:

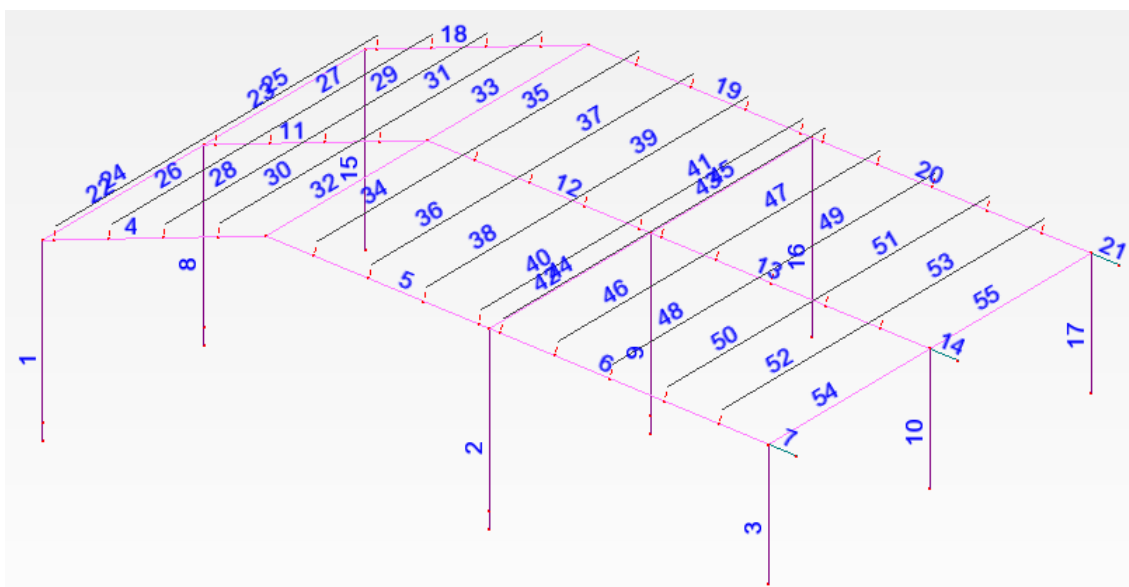
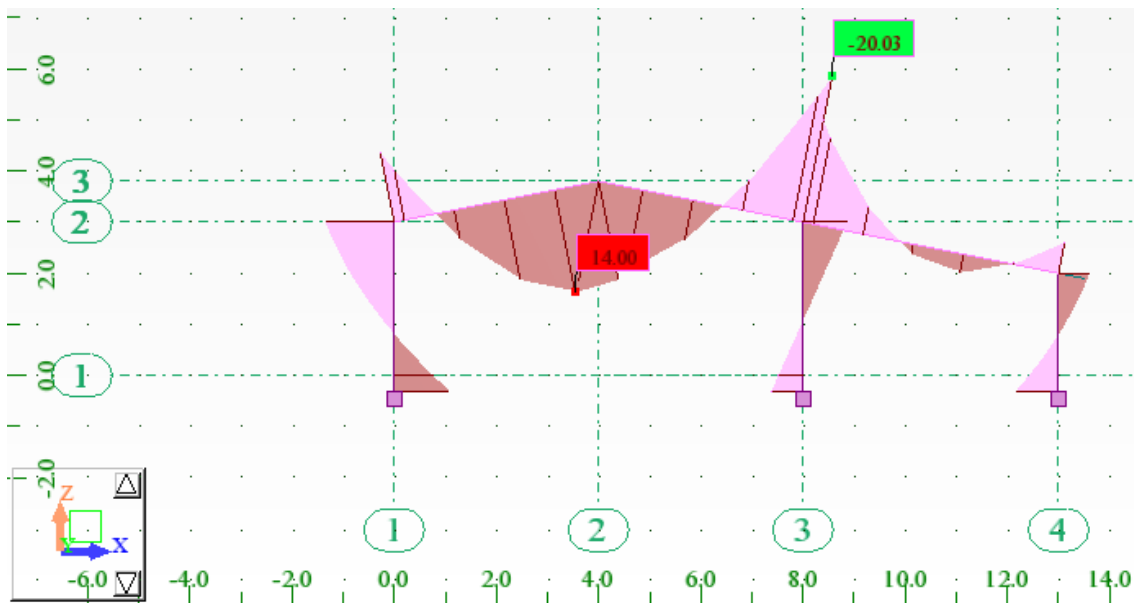
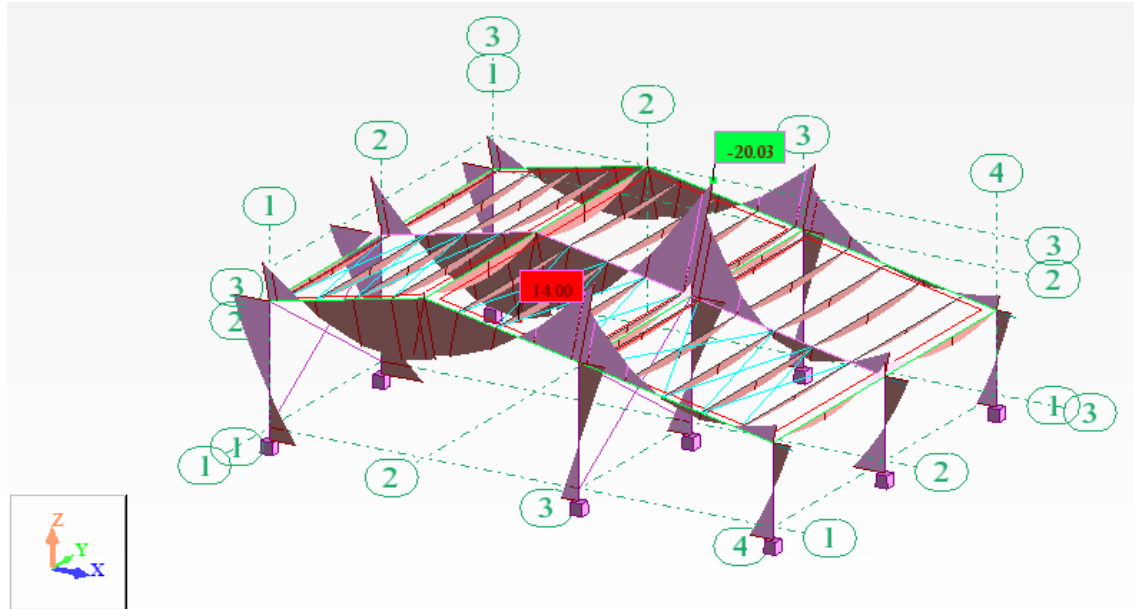
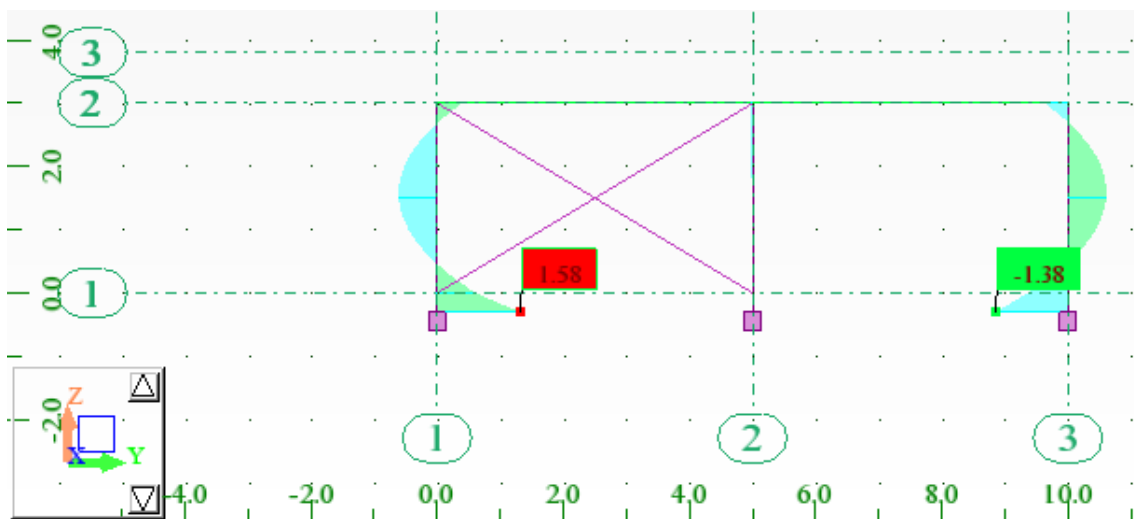
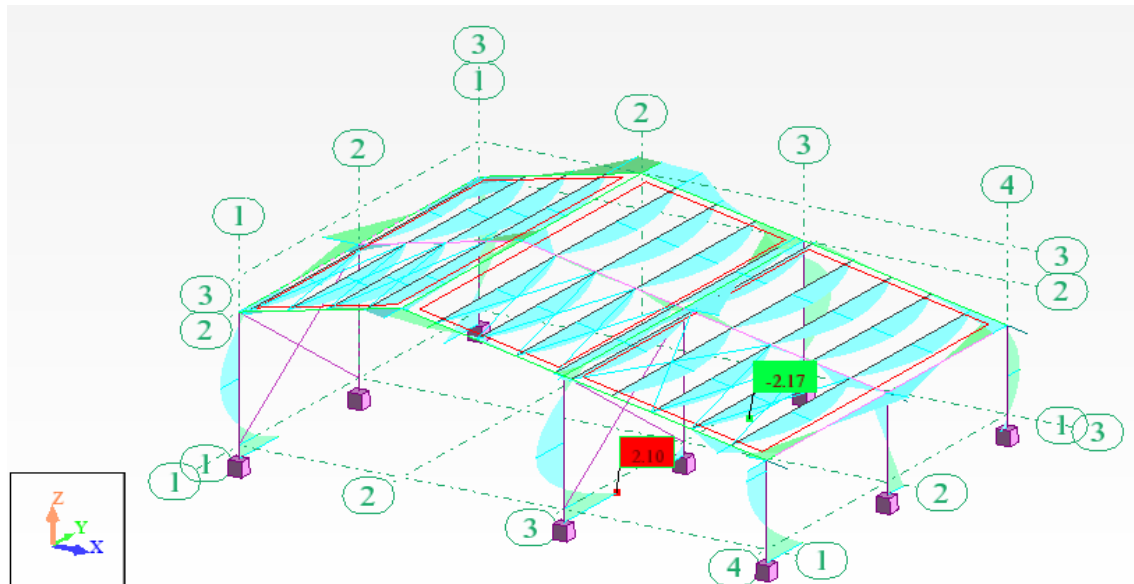


Imagen: Listado de barras del módulo tipo de habitaciones.

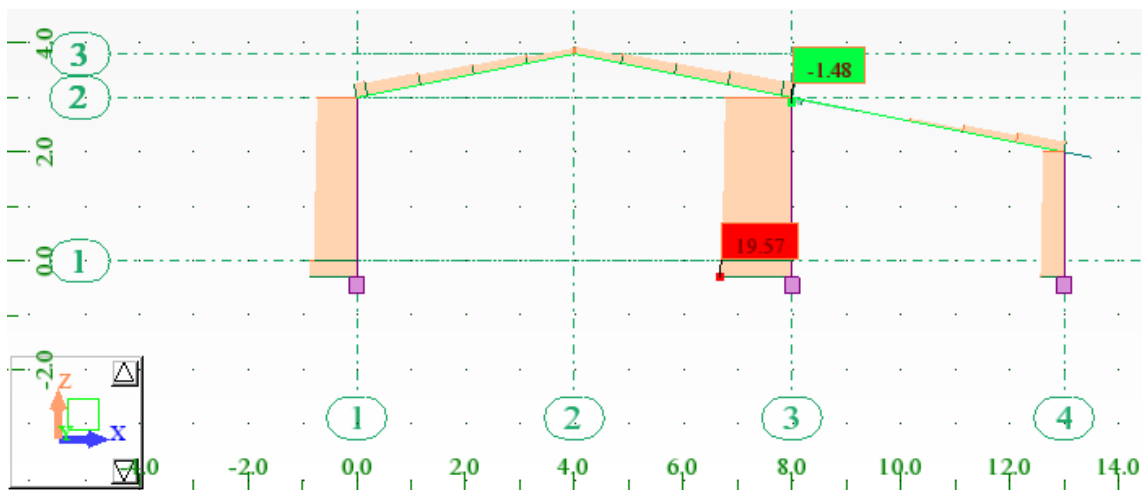
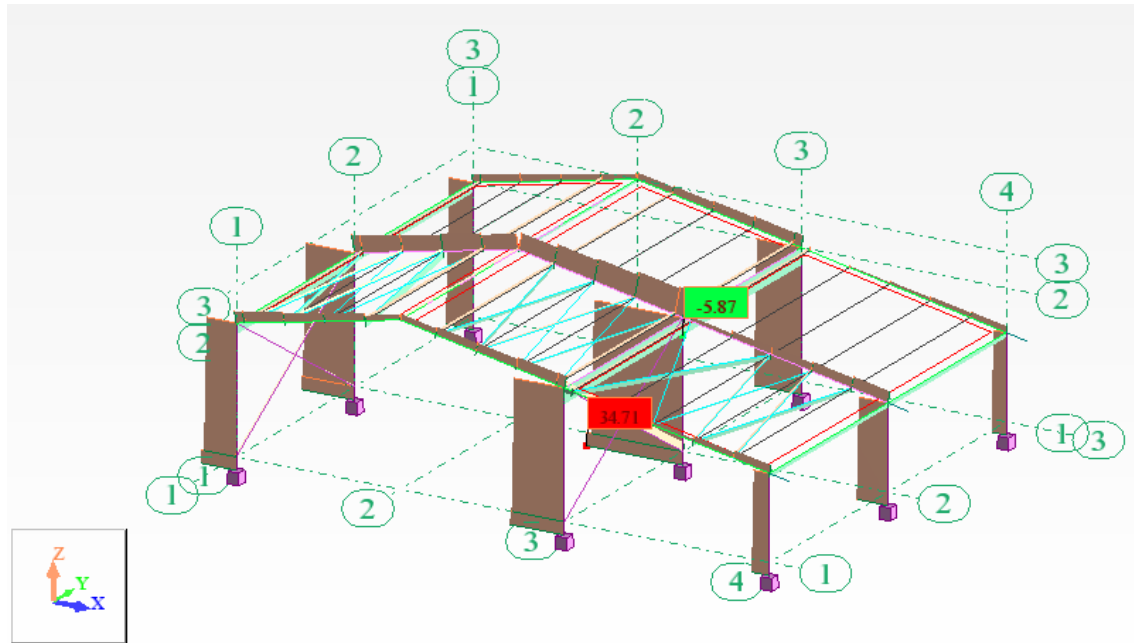
Momento M_y :

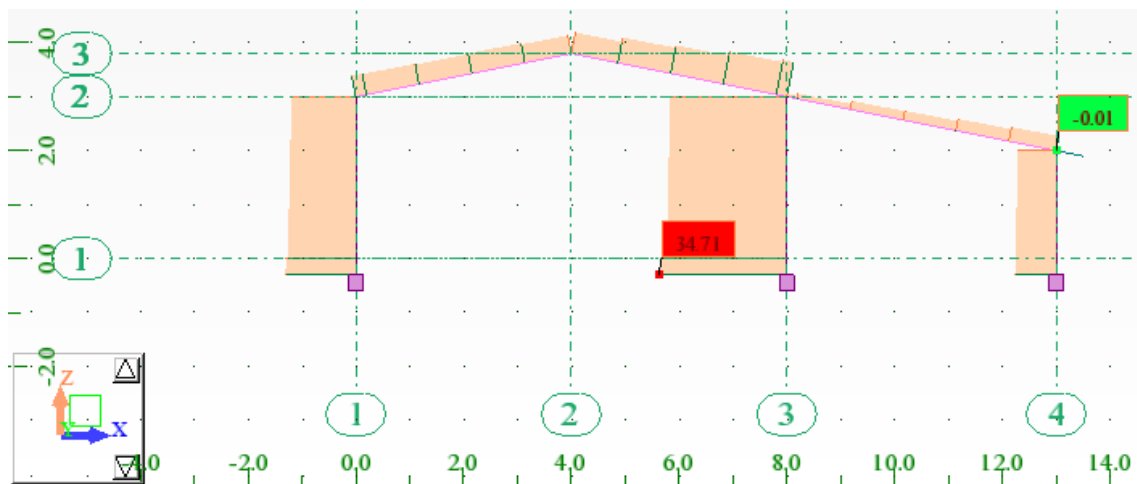


Momento Mz:

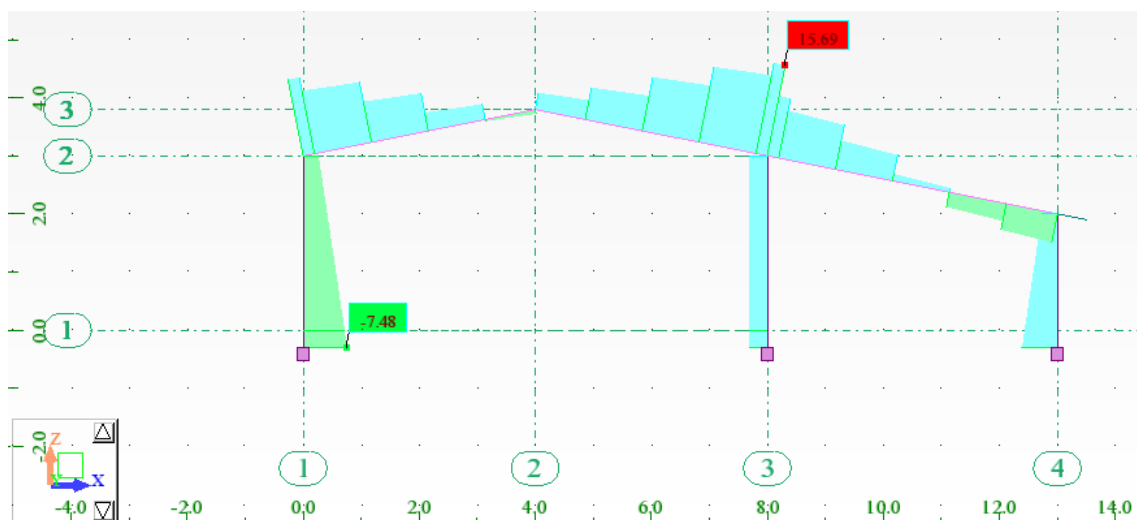
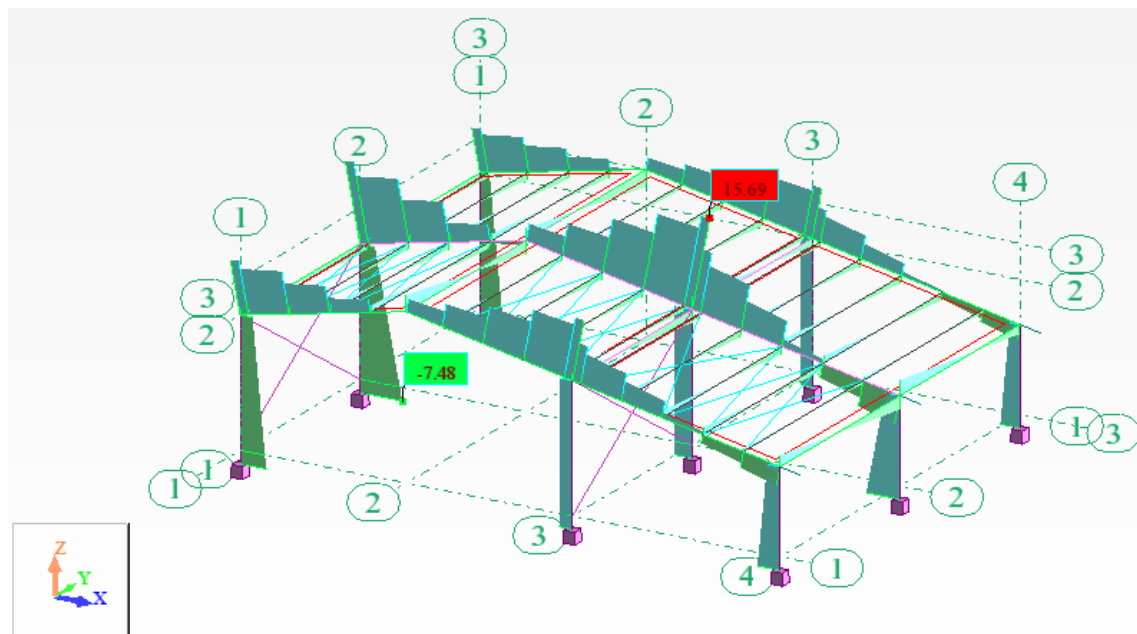


Esfuerzo Fx:

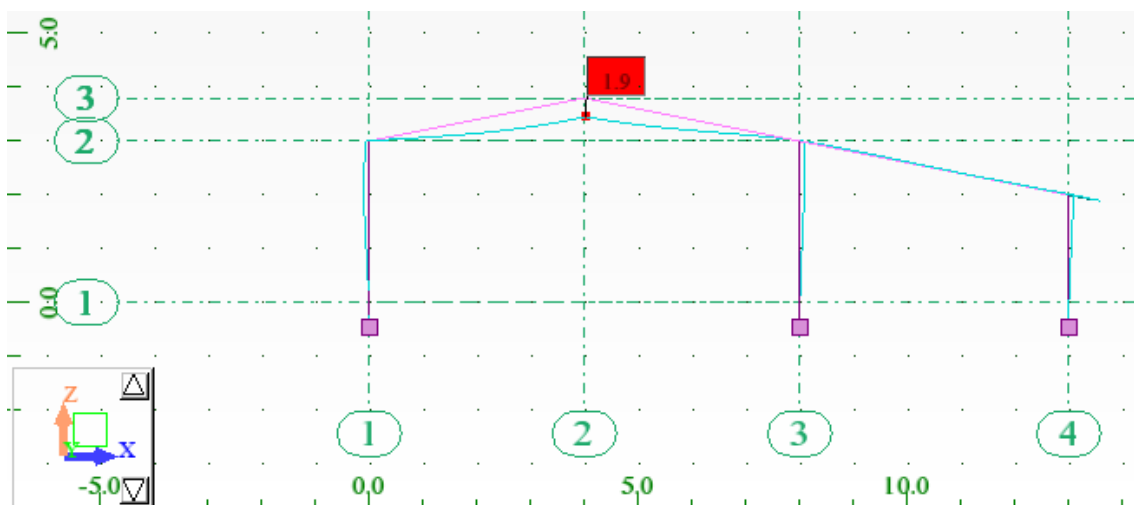
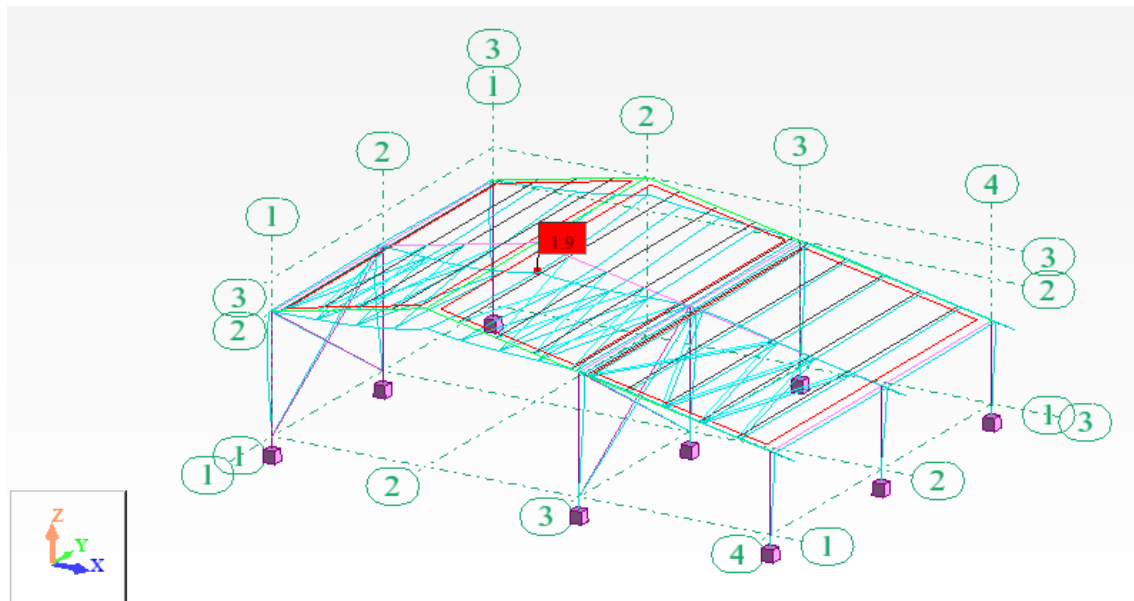




Esfuerzo Fz:



Deformaciones en la estructura:



$$\begin{aligned} \tau_{y,d} &= 1.5 \cdot 0.04 / 400.00 = 0.00 \text{ MPa} & f_{v,d} &= 0.96 \text{ MPa} \\ \tau_{z,d} &= 1.5 \cdot -6.71 / 400.00 = -0.25 \text{ MPa} \\ \tau_{\text{tort,d}} &= 0.00 \text{ MPa}, \tau_{\text{torz,d}} = 0.00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{\text{mod}} = 0.60 \quad K_{\text{sys}} = 1.00 \quad k_{\text{cr}} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$\begin{aligned} L_Y &= 3.30 \text{ m} & \lambda_Y &= 57.16 \\ \lambda_{\text{rel } Y} &= 1.00 & k_y &= 1.03 \\ L_{FY} &= 3.30 \text{ m} & k_{cy} &= 0.77 \end{aligned}$$



respecto al eje Z:

$$\begin{aligned} L_Z &= 3.30 \text{ m} & \lambda_Z &= 57.16 \\ \lambda_{\text{rel } Z} &= 1.00 & k_z &= 1.03 \\ L_{FZ} &= 3.30 \text{ m} & k_{cz} &= 0.77 \end{aligned}$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\sigma_{c,0,d} / k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0.91 > 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\tau_{y,d} / k_{cr} + \tau_{\text{tort,d}} / k_{\text{shape}}) / f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} / k_{cr} + \tau_{\text{torz,d}} / k_{\text{shape}}) / f_{v,d} = 0.39 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

NORMA: [EN 1995-1:2004/A1:2008](#)

TIPO DEL ANALISIS: [Verificación de grupos de barras](#)

GRUPO: **VIGA TRANSVERSAL (4A6 11A13 18A20)**

BARRA: **12**

CARGAS: *Caso de carga más desfavorable:* $8 \text{ ULS} / 9 / 1 \cdot 1.35 + 6 \cdot 1.35$

MATERIAL MADERA

$$\begin{aligned} g_M &= 1.25 & f_{m,0,k} &= 18.00 \text{ MPa} & f_{t,0,k} &= 11.00 \text{ MPa} & f_{c,0,k} &= 18.00 \text{ MPa} \\ f_{v,k} &= 2.00 \text{ MPa} & f_{t,90,k} &= 0.30 \text{ MPa} & f_{c,90,k} &= 4.80 \text{ MPa} & E_{0,\text{medi}} &= 9000 \text{ MPa} \\ E_{0,05} &= 6000.00 \text{ MPa} & G_{\text{medio}} &= 700.00 \text{ MPa} & \text{Clase de servicio} &= 1 & \beta_c &= 1.00 \end{aligned}$$



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*30

$$\begin{aligned} h_t &= 30.0 \text{ cm} & A_y &= 240.00 \text{ cm}^2 & A_z &= 360.00 \text{ cm}^2 & A_x &= 600.00 \text{ cm}^2 \\ b_f &= 20.0 \text{ cm} & I_y &= 45000.00 \text{ cm}^4 & I_z &= 20000.00 \text{ cm}^4 & I_x &= 46400.0 \text{ cm}^4 \\ e_a &= 10.0 \text{ cm} & W_{ely} &= 3000.00 \text{ cm}^3 & W_{elz} &= 2000.00 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_x = 13.67 / 600.00 = 0.23 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$



$$\begin{aligned} \text{Sig}_{m,y,d} &= MY/W_y = 26.03/3000.00 = 8.68 \text{ MPa} & f_{m,y,d} &= 9.26 \text{ MPa} \\ \text{Sig}_{m,z,d} &= MZ/W_z = 0.33/2000.00 = 0.17 \text{ MPa} & f_{m,z,d} &= 9.50 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{y,d} &= 1.5 \cdot 0.06/600.00 = 0.00 \text{ MPa} & f_{v,d} &= 0.96 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{z,d} &= 1.5 \cdot 20.96/600.00 = 0.52 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{\text{torz},d} &= 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.02 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{\text{mod}} = 0.60 \quad K_{\text{sys}} = 1.00 \quad k_{\text{cr}} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$\begin{aligned} l_{ef} &= 4.08 \text{ m} & \lambda_{\text{rel } m} &= 0.37 \\ \text{Sig}_{\text{cr}} &= 130.86 \text{ MPa} & k_{\text{crit}} &= 1.00 \end{aligned}$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:



respecto al eje Z:

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\begin{aligned} (\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} &= 0.95 < 1.00 \quad (6.19) \\ \text{Sig}_{m,y,d}/(k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d}) &= 8.68/(1.00 \cdot 9.26) = 0.94 < 1.00 \quad (6.33) \\ (\text{Tau}_{y,d}/k_{\text{cr}} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} &= 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{\text{cr}} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.83 < 1.00 \quad (6.13-4) \end{aligned}$$

Perfil correcto !!!

NORMA: [EN 1995-1:2004/A1:2008](#)

TIPO DEL ANALISIS: [Verificación de grupos de barras](#)

GRUPO: [VIGA LONGITUDINAL \(22 23 32 33 42 43 54 55\)](#)

BARRA: [33](#)

CARGAS: *Caso de carga más desfavorable:* $8 \text{ ULS} / 9 / 1 \cdot 1.35 + 6 \cdot 1.35$

MATERIAL MADERA

$$\begin{aligned} g_M &= 1.25 & f_{m,0,k} &= 18.00 \text{ MPa} & f_{t,0,k} &= 11.00 \text{ MPa} & f_{c,0,k} &= 18.00 \text{ MPa} \\ f_{v,k} &= 2.00 \text{ MPa} & f_{t,90,k} &= 0.30 \text{ MPa} & f_{c,90,k} &= 4.80 \text{ MPa} & E_{0,\text{medi}} &= 9000 \text{ MPa} \\ E_{0,05} &= 6000.00 \text{ MPa} & G_{\text{medio}} &= 700.00 \text{ MPa} & \text{Clase de servicio} &= 1 & \text{Beta } c &= 1.00 \end{aligned}$$



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*30

$$\begin{aligned} h_t &= 30.0 \text{ cm} & A_y &= 240.00 \text{ cm}^2 & A_z &= 360.00 \text{ cm}^2 & A_x &= 600.00 \text{ cm}^2 \\ b_f &= 20.0 \text{ cm} & I_y &= 45000.00 \text{ cm}^4 & I_z &= 20000.00 \text{ cm}^4 & I_x &= 46400.0 \text{ cm}^4 \\ e_a &= 10.0 \text{ cm} & W_{ely} &= 3000.00 \text{ cm}^3 & W_{elz} &= 2000.00 \text{ cm}^3 \\ e_s &= 10.0 \text{ cm} \end{aligned}$$

TENSIONES

TENSIONES ADMISIBLES:

$$\begin{aligned} \text{Sig}_{t,0,d} &= N/A_x = -0.94/600.00 = -0.02 \text{ MPa} & f_{t,0,d} &= 5.81 \text{ MPa} \\ \text{Sig}_{m,y,d} &= M_y/W_y = -1.29/3000.00 = -0.43 \text{ MPa} & f_{m,y,d} &= 9.26 \text{ MPa} \\ \text{Sig}_{m,z,d} &= M_z/W_z = -0.11/2000.00 = -0.06 \text{ MPa} & f_{m,z,d} &= 9.50 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{y,d} &= 1.5 \cdot 0.04/600.00 = 0.00 \text{ MPa} & f_{v,d} &= 0.96 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{z,d} &= 1.5 \cdot -3.34/600.00 = -0.08 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{t,0,d} &= 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$\begin{aligned} l_{ef} &= 5.00 \text{ m} & \lambda_{rel,m} &= 0.41 \\ \text{Sig}_{cr} &= 106.76 \text{ MPa} & k_{crit} &= 1.00 \end{aligned}$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:



respecto al eje Z:

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\begin{aligned} \text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} &= 0.05 < 1.00 \quad (6.17) \\ \text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) &= 0.43/(1.00 \cdot 9.26) = 0.05 < 1.00 \quad (6.33) \\ (\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} &= 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.14 < 1.00 \quad (6.13-4) \end{aligned}$$

Perfil correcto !!!

NORMA: [EN 1995-1:2004/A1:2008](#)

TIPO DEL ANALISIS: [Verificación de grupos de barras](#)

GRUPO: [CORREA \(24A31 34A41 44A53\)](#)

BARRA: [29](#)

CARGAS: *Caso de carga más desfavorable:* $8 \text{ ULS} / 1 / 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

MATERIAL MADERA

$$\begin{aligned} g_M &= 1.25 & f_{m,0,k} &= 18.00 \text{ MPa} & f_{t,0,k} &= 11.00 \text{ MPa} & f_{c,0,k} &= 18.00 \text{ MPa} \\ f_{v,k} &= 2.00 \text{ MPa} & f_{t,90,k} &= 0.30 \text{ MPa} & f_{c,90,k} &= 4.80 \text{ MPa} & E_{0,medi} &= 9000 \text{ MPa} \\ E_{0,05} &= 6000.00 \text{ MPa} & G_{medio} &= 700.00 \text{ MPa} & \text{Clase de servicio} &= 1 & \text{Beta } c &= 1.00 \end{aligned}$$



PARAMETROS DE LA SECCION: 10*20

$$\begin{aligned} h_t &= 20.0 \text{ cm} & A_y &= 66.67 \text{ cm}^2 & A_z &= 133.33 \text{ cm}^2 & A_x &= 200.00 \text{ cm}^2 \\ b_f &= 10.0 \text{ cm} & I_y &= 6666.67 \text{ cm}^4 & I_z &= 1666.67 \text{ cm}^4 & I_x &= 4566.7 \text{ cm}^4 \\ e_a &= 5.0 \text{ cm} & W_{ely} &= 666.67 \text{ cm}^3 & W_{elz} &= 333.33 \text{ cm}^3 \\ e_s &= 5.0 \text{ cm} \end{aligned}$$



TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.06/200.00 = -0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -5.35/666.67 = -8.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -1.07/333.33 = -3.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.05 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.06 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m} \quad \lambda_{rel,m} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:



respecto al eje Z:

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

CIMENTACIÓN:

Para la estabilidad de la estructura se propone una cimentación superficial en forma de zapata de hormigón armado.

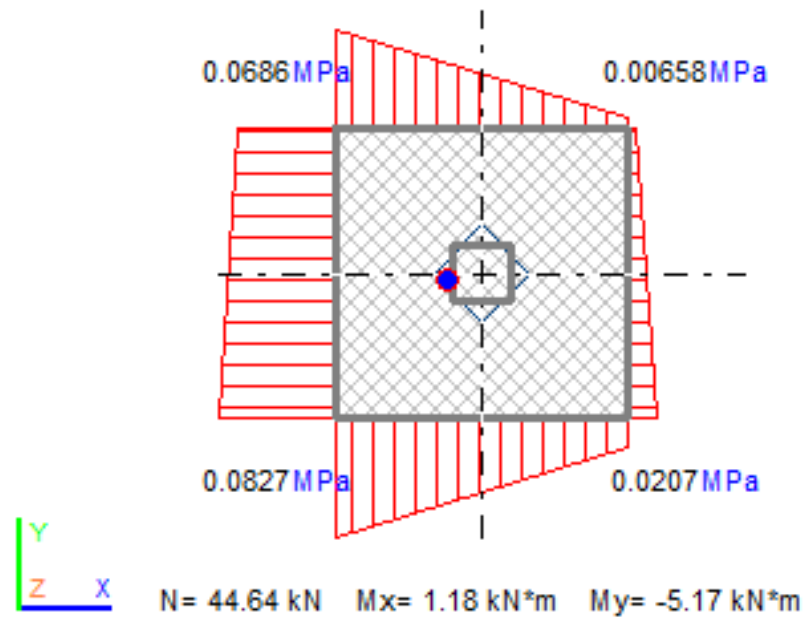
A partir de las reacciones de la estructura que se muestran en la nota de cálculo, se dimensiona geométricamente la zapata y el armado de las mismas.

En la nota de cálculo también se describen las especificaciones técnicas de los materiales a emplear, y que se resumen a continuación:

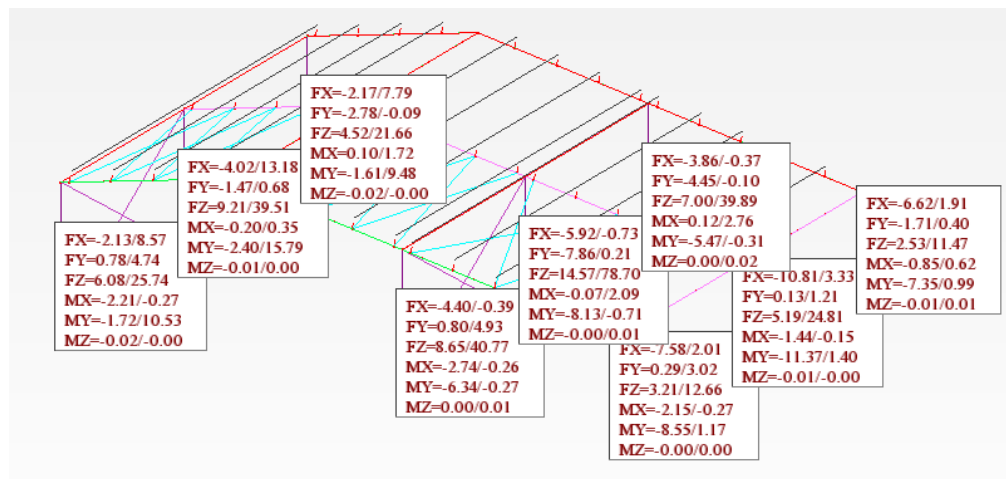
- Hormigón HA – 25.
- Acero para la armadura tipo B – 500S.

Nota de cálculo de las cimentaciones de los módulos:

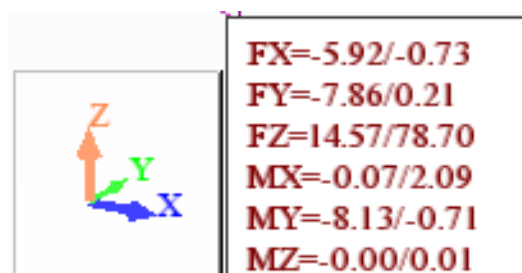
Diagrama de esfuerzos en la zapata:



Reacciones en la estructura:



Resumen de las reacciones máximas en pilar:

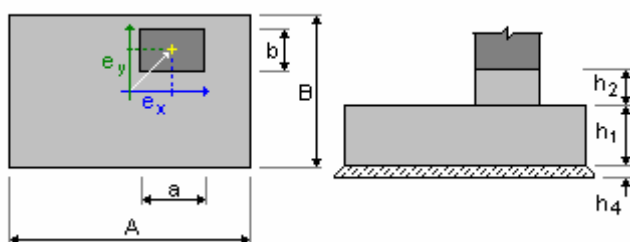


1 Cimentación de módulos : Zapata aislada:

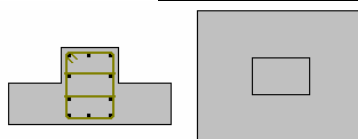
Hipótesis

- Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
- Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99 / EHE 08
- Forma de la cimentación : libre

Geometría:



A = 1.00 (m)	a = 0.20 (m)
B = 1.00 (m)	b = 0.20 (m)
h1 = 0.30 (m)	ex = 0.00 (m)
h2 = 0.00 (m)	ey = 0.00 (m)
h4 = 0.05 (m)	



Recubrimiento = 5.0 (cm)

Materiales

- Hormigón: HA – 25
Resistencia característica = 25.00 MPa
Densidad = 2501.36 (kg/m3)
- Armaduras longitudinales: tipo B 500 S
Resistencia característica = 500.00 MPa
- Armaduras transversales: tipo B 500 S
Resistencia característica = 500.00 MPa



Cargas sobre la cimentación:

Caso	N (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
CALC.1	34.71	0.55	-4.24

Lista de combinaciones

1/ ELU: CALC.1 N=34.71 Mx=0.55 My=-4.24

Diseño geotécnico

Hipótesis

- Coeficiente de reducción de la cohesión: 0.00
- Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)
- Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y
- Enfoque de cálculo: 1

Suelo:

- Nivel del suelo: $N_1 = 0.00$ (m)
- Nivel máx. de la cimentación: $N_a = 0.00$ (m)
- Nivel del fondo del excavado: $N_f = -0.50$ (m)

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kG/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kG/m³)
- Angulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme

Combinación dimensionante:

ELU : CALC.1 N=34.71 Mx=0.55 My=-4.24

ELU A1 : 1.35Peso propio+1.35Cargas permanentes+1.50Carga de explotación

Coeficientes de carga: **1.35** * peso de la cimentación

1.35 * peso del suelo



Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 9.93 \text{ (kN)}$

Carga de diseño:

- $N_r = 44.64 \text{ (kN)}$
- $M_x = 1.18 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
- $M_y = -5.17 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$

Excentricidad de la carga:

$$e_B = -0.03 \text{ (m)} \quad e_L = -0.12 \text{ (m)}$$

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

$$B' = B - 2|e_B| = 1.00 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|e_L| = 0.95 \text{ (m)}$$

Profundidad del asiento: $D_{min} = 0.30 \text{ (m)}$

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

$$q_u = 0.20 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0.22 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 0.30 \text{ (m)}$$

$$k_p = 0.86$$

$$q'_0 = 0.01 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0.20 \text{ (MPa)}$$

Tensión en el suelo: $q_{ref} = 0.08 \text{ (MPa)}$

Coefficiente de seguridad: $q_{lim} / q_{ref} = 2.424 > 1$

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante:

$$\text{ELU : CALC.1 } N=34.71 \text{ } M_x=0.55 \text{ } M_y=-4.24 \text{ } F_x=-3.09 \text{ } F_y=-2.09$$

Coefficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

$$\begin{aligned} \text{Superficie de contacto:} \quad s &= 0.15 \\ s_{lim} &= 0.17 \end{aligned}$$

Deslizamiento

Combinación dimensionante:

$$\text{ELU : CALC.1 } N=34.71 \text{ } M_x=0.55 \text{ } M_y=-4.24 \text{ } F_x=-3.09 \text{ } F_y=-2.09$$

Coefficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo



Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 7.36 \text{ (kN)}$

Carga de diseño:

$N_r = 42.07 \text{ (kN)}$ $M_x = 1.18 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -5.17 \text{ (kN*m)}$

Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A = 1.00 \text{ (m)}$ $B = 1.00 \text{ (m)}$

Superficie de deslizamiento: $1.00 \text{ (m}^2\text{)}$

Coefficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\phi_d) = 0.30$

Cohesión: $c_u = 0.06 \text{ (MPa)}$

Presión del suelo considerada:

$H_x = -3.09 \text{ (kN)}$ $H_y = -2.09 \text{ (kN)}$

$P_{px} = 1.22 \text{ (kN)}$ $P_{py} = 1.22 \text{ (kN)}$

$P_{ax} = -0.20 \text{ (kN)}$ $P_{ay} = -0.20 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de deslizamiento $H_d = 2.33 \text{ (kN)}$

Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la cimentación:

- en el nivel del asiento: $R_d = 12.59 \text{ (kN)}$

Estabilidad a deslizamiento: $5.401 > 1$

Vuelco

Alrededor del eje OX

Combinación dimensionante:

ELU : CALC.1 N=34.71 Mx=0.55 My=-4.24 Fx=-3.09 Fy=-2.09

Coefficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 7.36 \text{ (kN)}$

Carga de diseño: $N_r = 42.07 \text{ (kN)}$ $M_x = 1.18 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -5.17 \text{ (kN*m)}$

Momento estabilizador: $M_{stab} = 21.03 \text{ (kN*m)}$

Moment de vuelco: $M_{renv} = 1.18 \text{ (kN*m)}$

Estabilidad al vuelco: $17.87 > 1$

Alrededor del eje OY

Combinación dimensionante:

ELU : CALC.1 N=34.71 Mx=0.55 My=-4.24 Fx=-3.09 Fy=-2.09

Coefficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 7.36 \text{ (kN)}$

Carga de diseño: $N_r = 42.07 \text{ (kN)}$ $M_x = 1.18 \text{ (kN*m)}$ $M_y = -5.17 \text{ (kN*m)}$

Momento estabilizador: $M_{stab} = 21.03 \text{ (kN*m)}$

Moment de vuelco: $M_{renv} = 5.17 \text{ (kN*m)}$

Estabilidad al vuelco: $4.071 > 1$

Diseño de hormigón armado

Hipótesis : Ambiente: I

Análisis de punzonamiento y de cortante

Cizalladura

Combinación dimensionante:

ELU : CALC.1 N=34.71 Mx=0.55 My=-4.24 Fx=-3.09 Fy=-2.09



Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación **1.00** * peso del suelo
 Carga de diseño: $N_r = 42.07$ (kN) $M_x = 1.18$ (kN*m) $M_y = -5.17$ (kN*m)
 Longitud del perímetro crítico: 1.00 (m)
 Esfuerzo cortante: 9.72 (kN)
 altura útil de la sección $h_{eff} = 0.24$ (m)
 Superficie de cizalladura: $A = 0.24$ (m²)
 Cuantía de armadura: = 0.13 %
 Tensión cortante: 0.04 (MPa)
 Tensión cortante admisible: 0.51 (MPa)
 Coeficiente de seguridad: 12.56 > 1

Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : CALC.1 $N=34.71$ $M_x=0.55$ $M_y=-4.24$ $F_x=-3.09$ $F_y=-2.09$

$M_y = 5.25$ (kN*m) $A_{sx} = 3.00$ (cm²/m)

ELU : CALC.1 $N=34.71$ $M_x=0.55$ $M_y=-4.24$ $F_x=-3.09$ $F_y=-2.09$

$M_x = 3.68$ (kN*m) $A_{sy} = 3.00$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 3.00$ (cm²/m)

Armaduras superiores:

$M_y = 0.00$ (kN*m) $A'_{sx} = 3.00$ (cm²/m)

$M_x = 0.00$ (kN*m) $A'_{sy} = 3.00$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 3.00$ (cm²/m)

Fuste:

Armaduras longitudinales $A = 0.00$ (cm²) $A_{\min.} = 0.00$ (cm²)

$A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$

$A_{sx} = 0.00$ (cm²) $A_{sy} = 0.00$ (cm²)

Armadura real

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X: 6 B 500 S 8 $l = 0.90$ (m) $e = 1 * -0.40 + 5 * 0.16$

Dirección Y: 6 B 500 S 8 $l = 0.90$ (m) $e = 1 * -0.40 + 5 * 0.16$

Superiores:

Dirección X: 6 B 500 S 8 $l = 0.90$ (m) $e = 1 * -0.40 + 5 * 0.16$

Dirección Y: 6 B 500 S 8 $l = 0.90$ (m) $e = 1 * -0.40 + 5 * 0.16$

Cuantitativo:

Volumen del hormigón = 0.30 (m³)

Superficie de encofrado = 1.20 (m²)

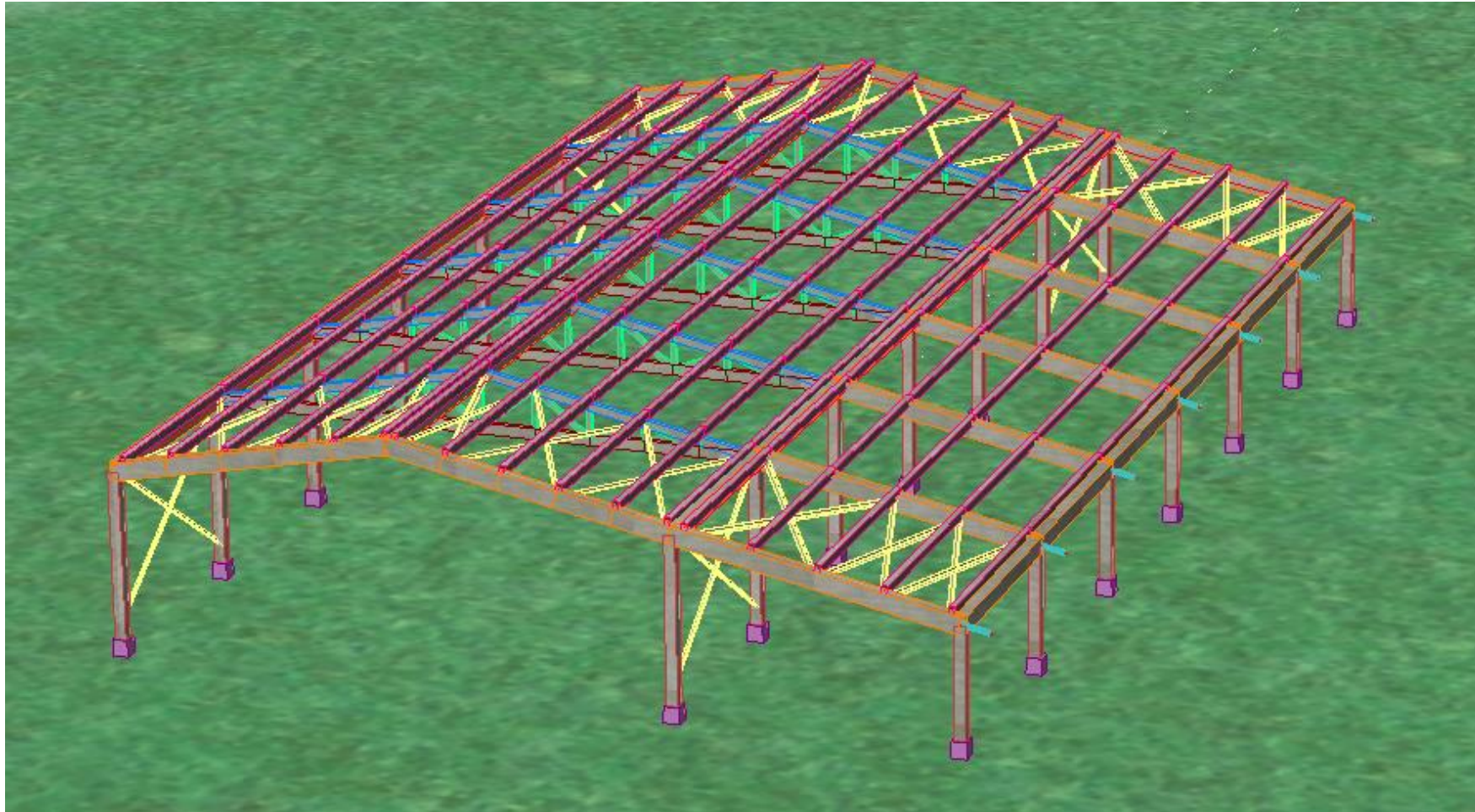
Acero B 500 S

- Peso total = 8.53 (kG)
- Densidad= 28.42 (kG/m³)
- Diámetro medio = 8.0 (mm)
- Lista según diámetros:

(Diámetro:8 Longitud: 0.90 m Número: 24)



ESTRUCTURA DE MADERA. EDIFICIO PRINCIPAL





NOTA DE CÁLCULO:

LISTADO DE BARRAS:

Esfuerzos solicitación y verificación positiva de cada barra, con su caso de combinación más desfavorable utilizado en la comprobación.

BARRA	PERFIL	MATERIAL	SOLICITACIÓN	CASO	VERIFICACIÓN
1	20*20	MADERA	0.64	8 ULS /1/	OK
2	20*20	MADERA	0.51	8 ULS /3/	OK
3	20*20	MADERA	0.46	8 ULS /1/	OK
4	20*30	MADERA	0.41	8 ULS /9/	OK
5	20*30	MADERA	0.12	8 ULS /1/	OK
6	20*30	MADERA	0.05	8 ULS /9/	OK
7	20*30	MADERA	0.2	8 ULS /9/	OK
8	20*30	MADERA	0.4	8 ULS /9/	OK
9	20*30	MADERA	0.29	8 ULS /1/	OK
10	20*30	MADERA	0.12	8 ULS /1/	OK
11	20*30	MADERA	0.16	8 ULS /1/	OK
12	20*30	MADERA	0.29	8 ULS /1/	OK
13	20*30	MADERA	0.55	8 ULS /1/	OK
14	20*30	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
16	20*20	MADERA	0.93	8 ULS /1/	OK
17	20*20	MADERA	0.24	8 ULS /3/	OK
18	20*20	MADERA	0.39	8 ULS /3/	OK
19	10*10	MADERA	0.32	8 ULS /1/	OK
20	10*10	MADERA	0.09	8 ULS /1/	OK
21	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /1/	OK
22	10*10	MADERA	0.18	8 ULS /1/	OK
23	10*10	MADERA	0.19	8 ULS /1/	OK
24	10*10	MADERA	0.2	8 ULS /1/	OK
25	10*10	MADERA	0.25	8 ULS /1/	OK
26	10*10	MADERA	0.16	8 ULS /1/	OK
27	10*10	MADERA	0.87	8 ULS /1/	OK
28	10*15	MADERA	1.59	8 ULS /9/	OK
29	10*15	MADERA	0.56	8 ULS /1/	OK
30	10*15	MADERA	0.56	8 ULS /1/	OK
31	10*15	MADERA	0.52	8 ULS /1/	OK
32	10*15	MADERA	0.78	8 ULS /9/	OK
33	10*20	MADERA	0.68	8 ULS /1/	OK
34	10*20	MADERA	0.73	8 ULS /1/	OK

35	10*20	MADERA	0.78	8 ULS /1/	OK
36	10*20	MADERA	0.85	8 ULS /1/	OK
37	10*20	MADERA	2.21	8 ULS /1/	OK
38	10*10	MADERA	0.1	8 ULS /1/	OK
39	10*10	MADERA	0.12	8 ULS /1/	OK
40	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /7/	OK
41	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /1/	OK
42	10*10	MADERA	0.22	8 ULS /9/	OK
43	10*10	MADERA	0.22	8 ULS /1/	OK
44	10*10	MADERA	0.2	8 ULS /1/	OK
45	10*10	MADERA	0.83	8 ULS /1/	OK
46	10*15	MADERA	0.77	8 ULS /9/	OK
47	10*15	MADERA	0.47	8 ULS /1/	OK
48	10*15	MADERA	0.47	8 ULS /1/	OK
49	10*15	MADERA	0.3	8 ULS /1/	OK
50	10*15	MADERA	0.52	8 ULS /1/	OK
51	10*20	MADERA	0.67	8 ULS /1/	OK
52	10*20	MADERA	0.7	8 ULS /1/	OK
53	10*20	MADERA	0.72	8 ULS /1/	OK
54	10*20	MADERA	0.7	8 ULS /1/	OK
55	10*20	MADERA	0.91	8 ULS /1/	OK
56	20*30	MADERA	0.58	8 ULS /1/	OK
58	20*20	MADERA	0.74	8 ULS /1/	OK
59	20*20	MADERA	0.21	8 ULS /1/	OK
60	20*20	MADERA	0.41	8 ULS /3/	OK
61	10*10	MADERA	0.25	8 ULS /1/	OK
62	10*10	MADERA	0.06	8 ULS /1/	OK
63	10*10	MADERA	0.11	8 ULS /1/	OK
64	10*10	MADERA	0.17	8 ULS /1/	OK
65	10*10	MADERA	0.17	8 ULS /1/	OK
66	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /1/	OK
67	10*10	MADERA	0.21	8 ULS /1/	OK
68	10*10	MADERA	0.09	8 ULS /1/	OK
69	10*10	MADERA	0.68	8 ULS /1/	OK
70	10*15	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
71	10*15	MADERA	0.5	8 ULS /1/	OK
72	10*15	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
73	10*15	MADERA	0.44	8 ULS /1/	OK
74	10*15	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
75	10*20	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
76	10*20	MADERA	0.53	8 ULS /1/	OK
77	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK

78	10*20	MADERA	0.66	8 ULS /1/	OK
79	10*20	MADERA	1.73	8 ULS /1/	OK
80	10*10	MADERA	0.06	8 ULS /1/	OK
81	10*10	MADERA	0.1	8 ULS /1/	OK
82	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /7/	OK
83	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /1/	OK
84	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /1/	OK
85	10*10	MADERA	0.18	8 ULS /1/	OK
86	10*10	MADERA	0.15	8 ULS /1/	OK
87	10*10	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
88	10*15	MADERA	0.41	8 ULS /1/	OK
89	10*15	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
90	10*15	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
91	10*15	MADERA	0.33	8 ULS /1/	OK
92	10*15	MADERA	0.5	8 ULS /1/	OK
93	10*20	MADERA	0.47	8 ULS /1/	OK
94	10*20	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
95	10*20	MADERA	0.53	8 ULS /1/	OK
96	10*20	MADERA	0.53	8 ULS /1/	OK
97	10*20	MADERA	2.25	8 ULS /1/	OK
98	20*30	MADERA	0.46	8 ULS /1/	OK
100	20*20	MADERA	0.74	8 ULS /1/	OK
101	20*20	MADERA	0.21	8 ULS /1/	OK
102	20*20	MADERA	0.41	8 ULS /3/	OK
103	10*10	MADERA	0.25	8 ULS /1/	OK
104	10*10	MADERA	0.06	8 ULS /1/	OK
105	10*10	MADERA	0.11	8 ULS /1/	OK
106	10*10	MADERA	0.18	8 ULS /1/	OK
107	10*10	MADERA	0.17	8 ULS /1/	OK
108	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /1/	OK
109	10*10	MADERA	0.21	8 ULS /1/	OK
110	10*10	MADERA	0.09	8 ULS /1/	OK
111	10*10	MADERA	0.67	8 ULS /1/	OK
112	10*15	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
113	10*15	MADERA	0.5	8 ULS /1/	OK
114	10*15	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
115	10*15	MADERA	0.43	8 ULS /1/	OK
116	10*15	MADERA	0.52	8 ULS /1/	OK
117	10*20	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
118	10*20	MADERA	0.53	8 ULS /1/	OK
119	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
120	10*20	MADERA	0.66	8 ULS /1/	OK

121	10*20	MADERA	1.73	8 ULS /1/	OK
122	10*10	MADERA	0.06	8 ULS /1/	OK
123	10*10	MADERA	0.1	8 ULS /1/	OK
124	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /7/	OK
125	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /1/	OK
126	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /1/	OK
127	10*10	MADERA	0.18	8 ULS /1/	OK
128	10*10	MADERA	0.15	8 ULS /1/	OK
129	10*10	MADERA	0.56	8 ULS /1/	OK
130	10*15	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
131	10*15	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
132	10*15	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
133	10*15	MADERA	0.33	8 ULS /1/	OK
134	10*15	MADERA	0.47	8 ULS /1/	OK
135	10*20	MADERA	0.47	8 ULS /1/	OK
136	10*20	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
137	10*20	MADERA	0.53	8 ULS /1/	OK
138	10*20	MADERA	0.53	8 ULS /1/	OK
139	10*20	MADERA	2.24	8 ULS /1/	OK
140	20*30	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
142	20*20	MADERA	0.74	8 ULS /1/	OK
143	20*20	MADERA	0.21	8 ULS /1/	OK
144	20*20	MADERA	0.41	8 ULS /3/	OK
145	10*10	MADERA	0.26	8 ULS /1/	OK
146	10*10	MADERA	0.06	8 ULS /1/	OK
147	10*10	MADERA	0.11	8 ULS /1/	OK
148	10*10	MADERA	0.18	8 ULS /1/	OK
149	10*10	MADERA	0.16	8 ULS /1/	OK
150	10*10	MADERA	0.15	8 ULS /1/	OK
151	10*10	MADERA	0.21	8 ULS /1/	OK
152	10*10	MADERA	0.09	8 ULS /1/	OK
153	10*10	MADERA	0.68	8 ULS /1/	OK
154	10*15	MADERA	0.39	8 ULS /1/	OK
155	10*15	MADERA	0.5	8 ULS /1/	OK
156	10*15	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
157	10*15	MADERA	0.44	8 ULS /1/	OK
158	10*15	MADERA	0.53	8 ULS /1/	OK
159	10*20	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
160	10*20	MADERA	0.53	8 ULS /1/	OK
161	10*20	MADERA	0.59	8 ULS /1/	OK
162	10*20	MADERA	0.66	8 ULS /1/	OK
163	10*20	MADERA	1.73	8 ULS /1/	OK

164	10*10	MADERA	0.06	8 ULS /1/	OK
165	10*10	MADERA	0.1	8 ULS /1/	OK
166	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /7/	OK
167	10*10	MADERA	0.15	8 ULS /1/	OK
168	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /1/	OK
169	10*10	MADERA	0.18	8 ULS /1/	OK
170	10*10	MADERA	0.15	8 ULS /1/	OK
171	10*10	MADERA	0.58	8 ULS /1/	OK
172	10*15	MADERA	0.41	8 ULS /1/	OK
173	10*15	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
174	10*15	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
175	10*15	MADERA	0.33	8 ULS /1/	OK
176	10*15	MADERA	0.55	8 ULS /1/	OK
177	10*20	MADERA	0.47	8 ULS /1/	OK
178	10*20	MADERA	0.52	8 ULS /1/	OK
179	10*20	MADERA	0.53	8 ULS /1/	OK
180	10*20	MADERA	0.54	8 ULS /1/	OK
181	10*20	MADERA	2.25	8 ULS /1/	OK
182	20*30	MADERA	0.49	8 ULS /1/	OK
184	20*20	MADERA	0.87	8 ULS /1/	OK
185	20*20	MADERA	0.29	8 ULS /9/	OK
186	20*20	MADERA	0.45	8 ULS /3/	OK
187	10*10	MADERA	0.28	8 ULS /1/	OK
188	10*10	MADERA	0.08	8 ULS /1/	OK
189	10*10	MADERA	0.13	8 ULS /1/	OK
190	10*10	MADERA	0.19	8 ULS /1/	OK
191	10*10	MADERA	0.18	8 ULS /1/	OK
192	10*10	MADERA	0.21	8 ULS /1/	OK
193	10*10	MADERA	0.24	8 ULS /1/	OK
194	10*10	MADERA	0.14	8 ULS /1/	OK
195	10*10	MADERA	0.85	8 ULS /1/	OK
196	10*15	MADERA	1.22	8 ULS /9/	OK
197	10*15	MADERA	0.55	8 ULS /1/	OK
198	10*15	MADERA	0.55	8 ULS /1/	OK
199	10*15	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
200	10*15	MADERA	1.49	8 ULS /9/	OK
201	10*20	MADERA	0.64	8 ULS /1/	OK
202	10*20	MADERA	0.7	8 ULS /1/	OK
203	10*20	MADERA	0.75	8 ULS /1/	OK
204	10*20	MADERA	0.83	8 ULS /1/	OK
205	10*20	MADERA	2.08	8 ULS /1/	OK
206	10*10	MADERA	0.1	8 ULS /1/	OK

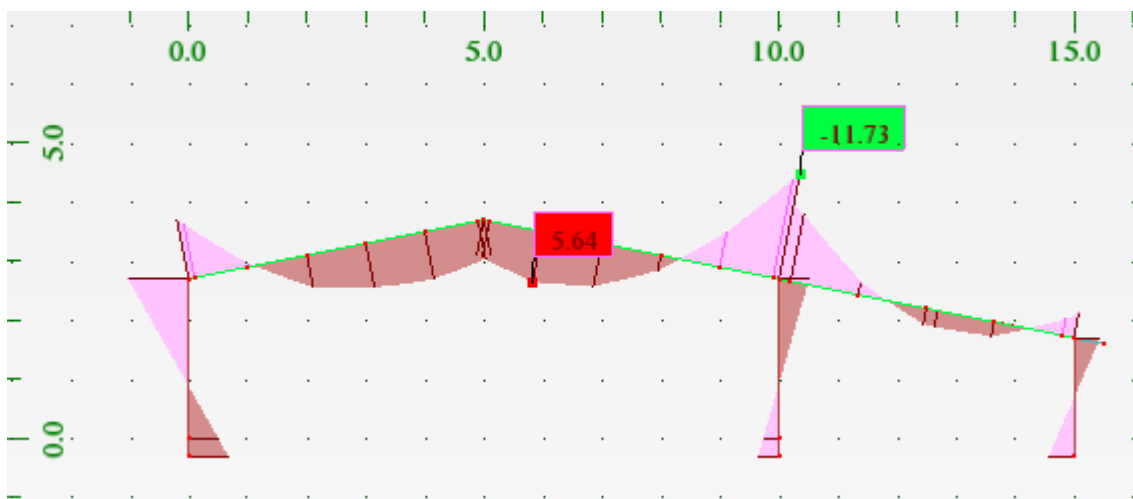
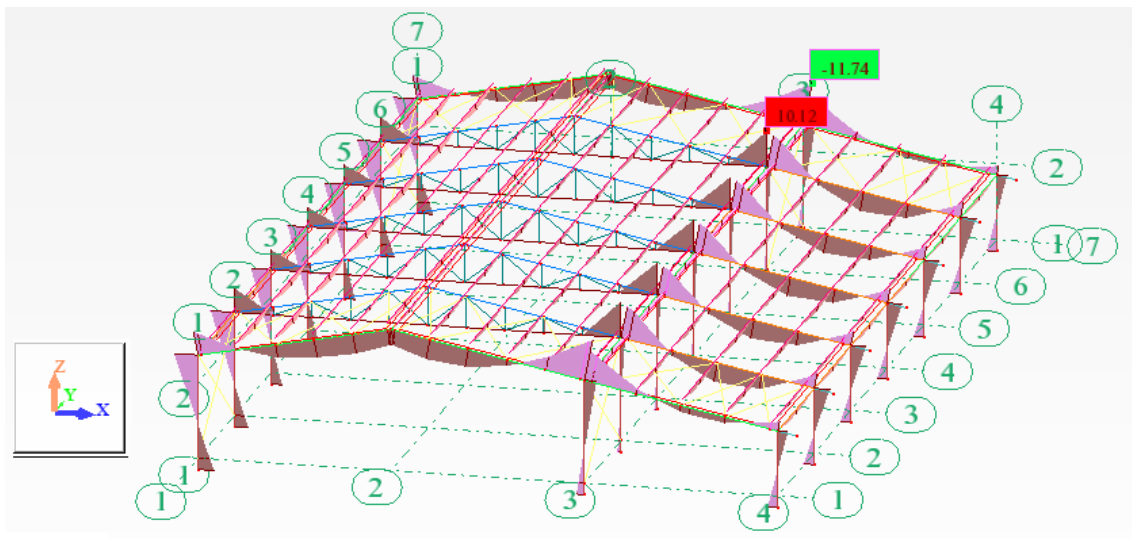
207	10*10	MADERA	0.12	8 ULS /1/	OK
208	10*10	MADERA	0.15	8 ULS /7/	OK
209	10*10	MADERA	0.15	8 ULS /1/	OK
210	10*10	MADERA	0.22	8 ULS /9/	OK
211	10*10	MADERA	0.22	8 ULS /1/	OK
212	10*10	MADERA	0.2	8 ULS /1/	OK
213	10*10	MADERA	0.79	8 ULS /1/	OK
214	10*15	MADERA	0.8	8 ULS /9/	OK
215	10*15	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
216	10*15	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
217	10*15	MADERA	0.32	8 ULS /1/	OK
218	10*15	MADERA	0.55	8 ULS /1/	OK
219	10*20	MADERA	0.63	8 ULS /1/	OK
220	10*20	MADERA	0.68	8 ULS /1/	OK
221	10*20	MADERA	0.69	8 ULS /1/	OK
222	10*20	MADERA	0.68	8 ULS /1/	OK
223	10*20	MADERA	2.58	8 ULS /1/	OK
224	20*30	MADERA	0.52	8 ULS /1/	OK
226	20*20	MADERA	0.55	8 ULS /1/	OK
227	20*20	MADERA	0.32	8 ULS /19/	OK
228	20*20	MADERA	0.26	8 ULS /3/	OK
229	20*30	MADERA	0.29	8 ULS /9/	OK
230	20*30	MADERA	0.21	8 ULS /1/	OK
231	20*30	MADERA	0.21	8 ULS /1/	OK
232	20*30	MADERA	0.32	8 ULS /9/	OK
233	20*30	MADERA	0.38	8 ULS /1/	OK
234	20*30	MADERA	0.17	8 ULS /1/	OK
235	20*30	MADERA	0.17	8 ULS /5/	OK
236	20*30	MADERA	0.16	8 ULS /9/	OK
237	20*30	MADERA	0.33	8 ULS /9/	OK
238	20*30	MADERA	0.49	8 ULS /1/	OK
239	20*30	MADERA	0.33	8 ULS /1/	OK
241	20*30	MADERA	0.13	8 ULS /9/	OK
242	20*30	MADERA	0.06	8 ULS /9/	OK
243	20*30	MADERA	0.04	8 ULS /9/	OK
244	20*30	MADERA	0.04	8 ULS /9/	OK
245	20*30	MADERA	0.06	8 ULS /9/	OK
246	20*30	MADERA	0.09	8 ULS /9/	OK
247	10*18	MADERA	0.29	8 ULS /1/	OK
248	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
249	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
250	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK

251	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
252	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
253	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /5/	OK
254	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
255	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
256	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
257	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
258	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /3/	OK
259	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
260	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
261	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
262	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
263	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
264	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
265	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
266	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
267	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
268	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
269	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
270	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
271	10*18	MADERA	0.5	8 ULS /1/	OK
272	10*18	MADERA	0.5	8 ULS /1/	OK
273	10*18	MADERA	0.5	8 ULS /1/	OK
274	10*18	MADERA	0.5	8 ULS /1/	OK
275	10*18	MADERA	0.5	8 ULS /1/	OK
276	10*18	MADERA	0.49	8 ULS /1/	OK
277	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /5/	OK
278	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
279	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
280	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
281	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /5/	OK
282	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /5/	OK
283	20*30	MADERA	0.23	8 ULS /9/	OK
284	20*30	MADERA	0.09	8 ULS /9/	OK
285	20*30	MADERA	0.09	8 ULS /9/	OK
286	20*30	MADERA	0.09	8 ULS /9/	OK
287	20*30	MADERA	0.09	8 ULS /9/	OK
288	20*30	MADERA	0.06	8 ULS /9/	OK
289	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
290	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
291	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
292	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK

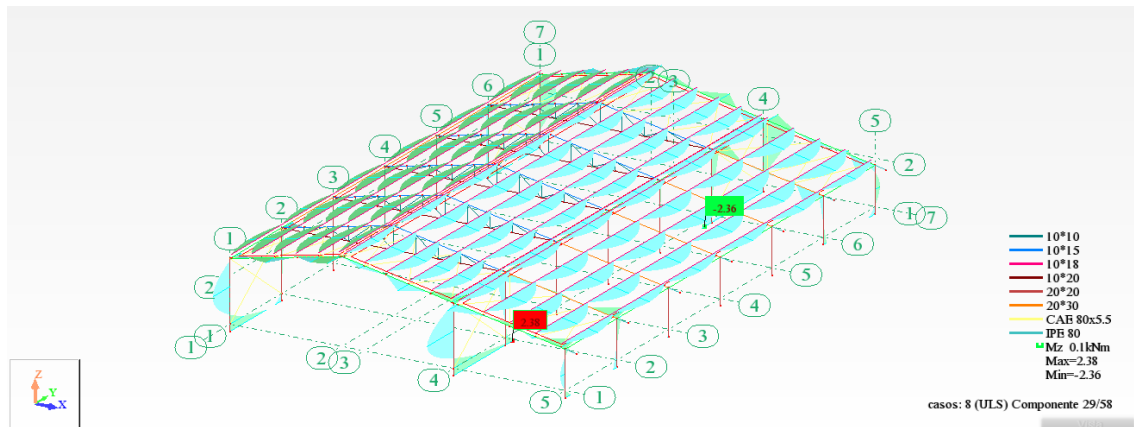
293	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
294	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
295	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
296	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
297	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
298	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
299	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
300	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
301	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
302	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
303	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
304	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
305	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
306	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
307	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
308	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
309	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
310	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
311	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
312	10*18	MADERA	0.51	8 ULS /1/	OK
313	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
314	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /3/	OK
315	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /3/	OK
316	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /3/	OK
317	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /3/	OK
318	10*18	MADERA	0.48	8 ULS /1/	OK
319	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
320	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
321	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
322	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
323	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
324	10*18	MADERA	0.27	8 ULS /1/	OK
325	20*30	MADERA	0.07	8 ULS /9/	OK
326	20*30	MADERA	0.06	8 ULS /9/	OK
327	20*30	MADERA	0.06	8 ULS /9/	OK
328	20*30	MADERA	0.06	8 ULS /9/	OK
329	20*30	MADERA	0.06	8 ULS /9/	OK
330	20*30	MADERA	0.06	8 ULS /9/	OK
331	10*18	MADERA	0.36	8 ULS /1/	OK
332	10*18	MADERA	0.37	8 ULS /1/	OK
333	10*18	MADERA	0.37	8 ULS /1/	OK
334	10*18	MADERA	0.37	8 ULS /1/	OK

335	10*18	MADERA	0.37	8 ULS /1/	OK
336	10*18	MADERA	0.35	8 ULS /1/	OK
337	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
338	10*18	MADERA	0.58	8 ULS /1/	OK
339	10*18	MADERA	0.58	8 ULS /1/	OK
340	10*18	MADERA	0.58	8 ULS /1/	OK
341	10*18	MADERA	0.58	8 ULS /1/	OK
342	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
343	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /5/	OK
344	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
345	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
346	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
347	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
348	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /5/	OK
349	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
350	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
351	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
352	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
353	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
354	10*18	MADERA	0.57	8 ULS /1/	OK
355	10*18	MADERA	0.35	8 ULS /1/	OK
356	10*18	MADERA	0.35	8 ULS /1/	OK
357	10*18	MADERA	0.35	8 ULS /1/	OK
358	10*18	MADERA	0.35	8 ULS /1/	OK
359	10*18	MADERA	0.35	8 ULS /1/	OK
360	10*18	MADERA	0.35	8 ULS /3/	OK
361	20*30	MADERA	0.09	8 ULS /9/	OK
362	20*30	MADERA	0.05	8 ULS /9/	OK
363	20*30	MADERA	0.05	8 ULS /9/	OK
364	20*30	MADERA	0.05	8 ULS /9/	OK
365	20*30	MADERA	0.05	8 ULS /9/	OK
366	20*30	MADERA	0.06	8 ULS /9/	OK

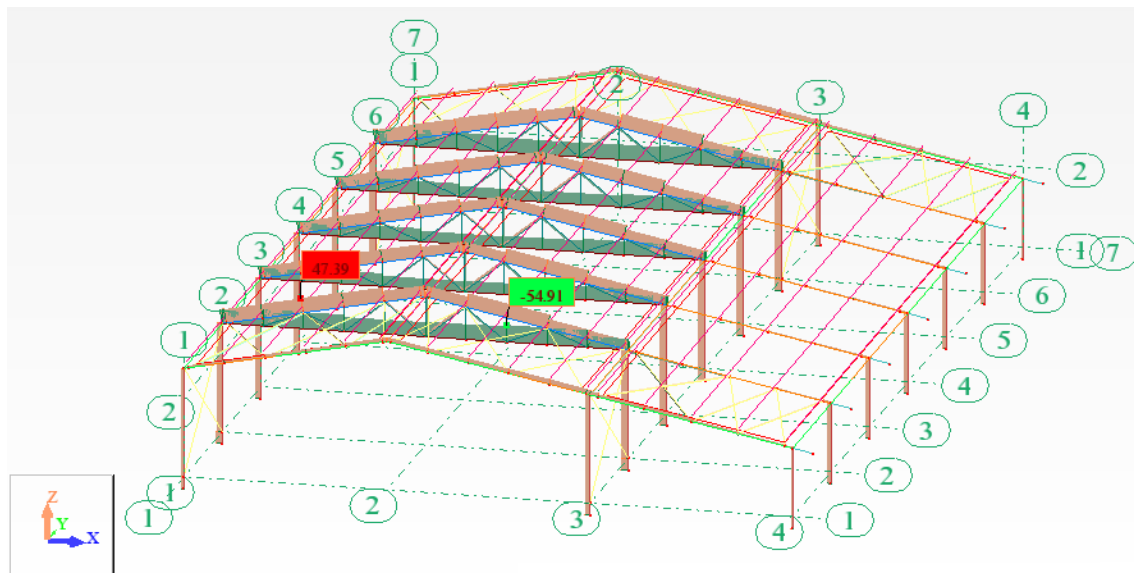
Momento M_y



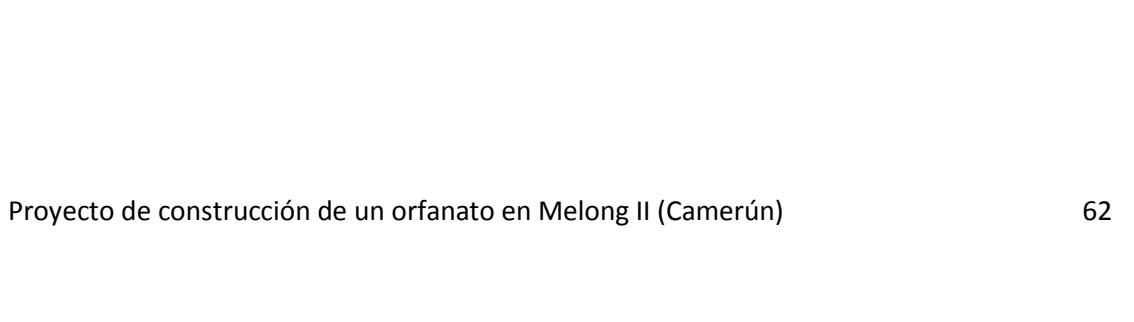
Momento M_z

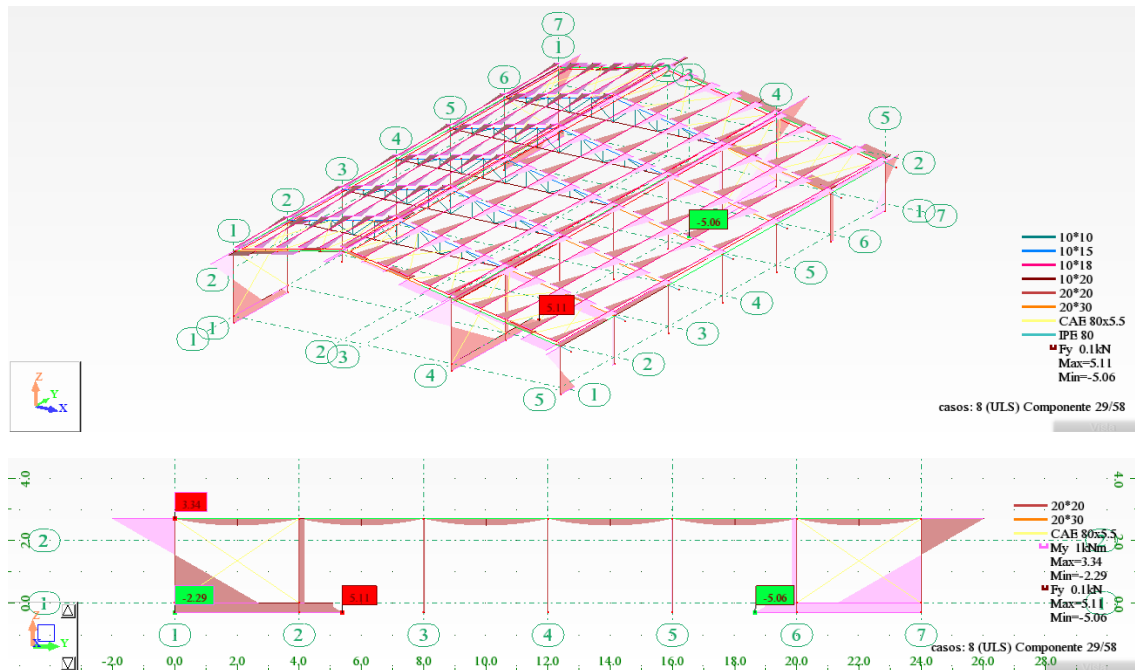


Esfuerzos Fx

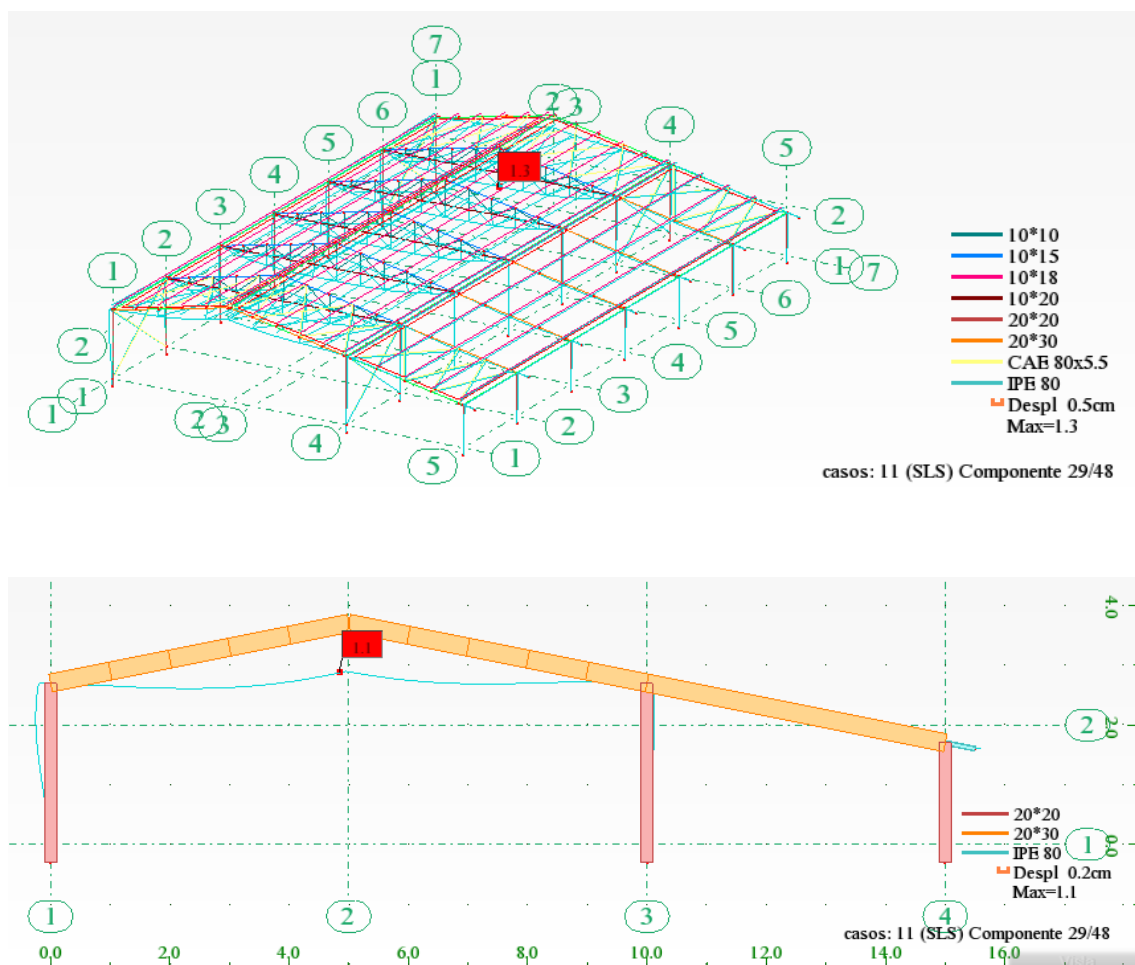


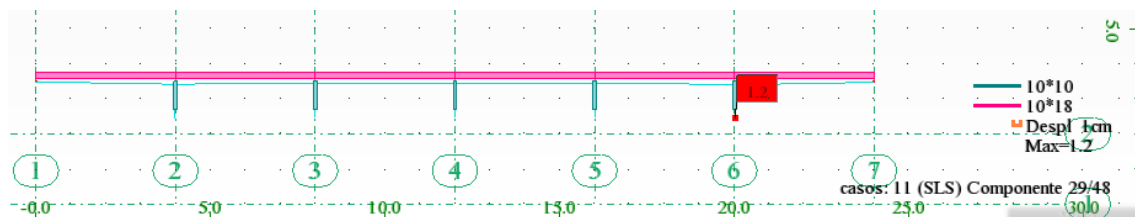
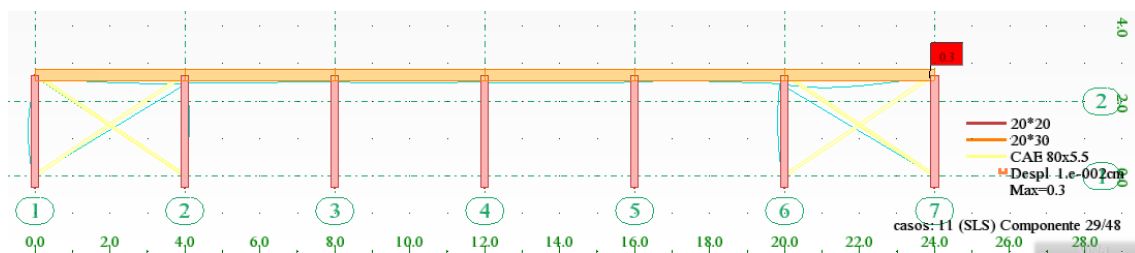
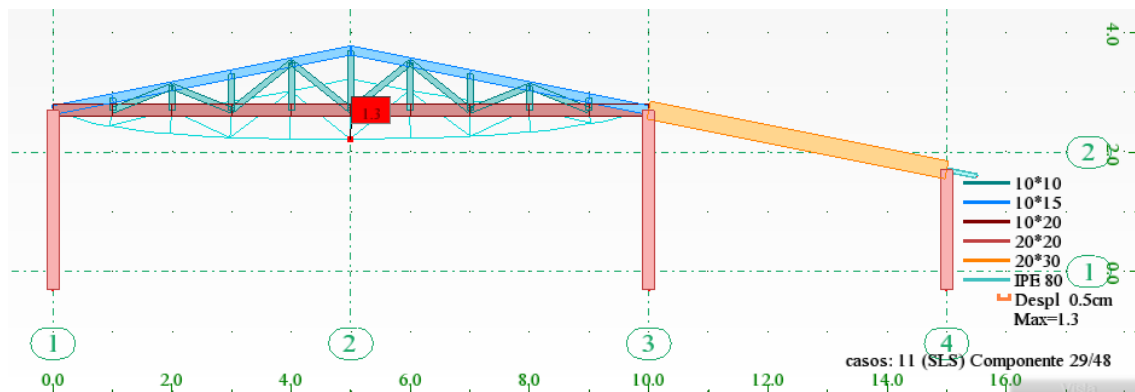
Esfuerzos Fy





Deformaciones:





CÁLCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA. VERIFICACIÓN DE LOS GRUPOS DE BARRAS

En el anexo I se recoge la nota de cálculo completa de todas las barras, los cálculos de verificación presentados a continuación son un resumen de la barra más solicitada de cada tipo estudiado.

NORMA: [EN 1995-1:2004/A1:2008](#)

TIPO DEL ANALISIS: [Verificación de grupos de barras ELU](#)

GRUPO: PILAR (1A3 16A18 58A60 100A102 142A144 184A186 226A228)

BARRA: 16

CARGAS: *Caso de carga más desfavorable:* 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

MATERIAL MADERA

$g_M = 1.25$	$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 2.00 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.30 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 4.80 \text{ MPa}$	$E_{0,medio} = 9000 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$	$G_{medio} = 700.00 \text{ MPa}$	Clase de servicio: 1	Beta c = 0.10



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*20

ht=20.0 cm			
bf=20.0 cm	$A_y = 200.00 \text{ cm}^2$	$A_z = 200.00 \text{ cm}^2$	$A_x = 400.00 \text{ cm}^2$
ea=10.0 cm	$I_y = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_z = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_x = 22493.3 \text{ cm}^4$
es=10.0 cm	$W_{ely} = 1333.33 \text{ cm}^3$	$W_{elz} = 1333.33 \text{ cm}^3$	

TENSIONES

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 54.55/400.00 = 1.36 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 18.87/1333.33 = 14.15 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.72/1333.33 = 0.54 \text{ MPa}$
 $\tau_{y,d} = 1.5 \cdot -0.28/400.00 = -0.01 \text{ MPa}$
 $\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -10.16/400.00 = -0.38 \text{ MPa}$
 $\tau_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}, \tau_{t,90,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 3.00 \text{ m}$	$\lambda_Y = 51.96$
$\lambda_{rel,Y} = 0.91$	$k_y = 0.94$
$L_{FY} = 3.00 \text{ m}$	$k_{cy} = 0.84$



respecto al eje Z:

$L_Z = 3.00 \text{ m}$	$\lambda_Z = 51.96$
$\lambda_{rel,Z} = 0.91$	$k_z = 0.94$
$L_{FZ} = 3.00 \text{ m}$	$k_{cz} = 0.84$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\sigma_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.94 < 1.00 \quad (6.23)$

$$(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.33 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

NORMA: EN 1995-1:2004/A1:2008

TIPO DEL ANALISIS: Verificación de grupos de barras ELU

GRUPO: VIGA TRANSVERSAL (4A14 56A224CA42 229A239)

BARRA: 56

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

MATERIAL MADERA

g _M = 1.25	f _{m,0,k} = 18.00 MPa	f _{t,0,k} = 11.00 MPa	f _{c,0,k} = 18.00 MPa
f _{v,k} = 2.00 MPa	f _{t,90,k} = 0.30 MPa	f _{c,90,k} = 4.80 MPa	E _{0,medio} = 9000 MPa
E _{0,05} = 6000.00 MPa	G medio = 700.00 MPa	Clase de servicio: 1	Beta c = 1.00



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*30

ht=30.0 cm	A _y =240.00 cm ²	A _z =360.00 cm ²	A _x =600.00 cm ²
bf=20.0 cm	I _y =45000.00 cm ⁴	I _z =20000.00 cm ⁴	I _x =46400.0 cm ⁴
ea=10.0 cm	W _{ely} =3000.00 cm ³	W _{elz} =2000.00 cm ³	
es=10.0 cm			

TENSIONES

Sig _{t,0,d} = N/A _x = -39.24/600.00 = -0.65 MPa
Sig _{m,y,d} = M _y /W _y = -22.72/3000.00 = -7.57 MPa
Sig _{m,z,d} = M _z /W _z = -0.28/2000.00 = -0.14 MPa
Tau _{y,d} = 1.5*12.63/600.00 = 0.32 MPa
Tau _{z,d} = 1.5*22.59/600.00 = 0.56 MPa
Tau _{tory,d} = 0.19 MPa, Tau _{torz,d} = 0.23 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f _{t,0,d} = 10.65 MPa
f _{m,y,d} = 16.98 MPa
f _{m,z,d} = 17.42 MPa
f _{v,d} = 1.76 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70	kh = 1.10	kmod = 1.10	K _{sys} = 1.00	k _{cr} = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

l _{ef} = 4.59 m	Lambda _{rel m} = 0.39
Sig _{cr} = 116.32 MPa	k _{crit} = 1.00

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:



respecto al eje Z:

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.57/(1.00 \cdot 16.98) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,ory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.36 < 1.00 \quad (\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,orz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.58 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

NORMA: EN 1995-1:2004/A1:2008

TIPO DEL ANALISIS: Verificación de grupos de barras ELU

GRUPO: VIGA LONGITUDINAL (6 17 241A246 283A288 325A330 361A366)

BARRA: 17

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /3/ 1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

MATERIAL MADERA

$g_M = 1.25$	$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 2.00 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.30 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 4.80 \text{ MPa}$	$E_{0,medio} = 9000 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$	$G_{medio} = 700.00 \text{ MPa}$	Clase de servicio: 1	Beta c = 0.10



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*20

$h_t = 20.0 \text{ cm}$			
$b_f = 20.0 \text{ cm}$	$A_y = 200.00 \text{ cm}^2$	$A_z = 200.00 \text{ cm}^2$	$A_x = 400.00 \text{ cm}^2$
$e_a = 10.0 \text{ cm}$	$I_y = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_z = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_x = 22493.3 \text{ cm}^4$
$e_s = 10.0 \text{ cm}$	$W_{ely} = 1333.33 \text{ cm}^3$	$W_{elz} = 1333.33 \text{ cm}^3$	

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 59.72/400.00 = 1.49 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 1.77/1333.33 = 1.32 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 1.88/1333.33 = 1.41 \text{ MPa}$
 $\tau_{y,d} = 1.5 \cdot 5.72/400.00 = 0.21 \text{ MPa}$
 $\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 1.38/400.00 = 0.05 \text{ MPa}$
 $\tau_{t,ory,d} = 0.01 \text{ MPa}, \tau_{t,orz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$LY = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda\_rel Y} = 0.91$$

$$\text{LFY} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda Y} = 51.96$$

$$k_y = 0.94$$

$$k_{cy} = 0.84$$



respecto al eje Z:

$$LZ = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda\_rel Z} = 0.91$$

$$\text{LFZ} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda Z} = 51.96$$

$$k_z = 0.94$$

$$k_{cz} = 0.84$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.25 < 1.00 \quad (6.24)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,ory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.19 < 1.00$$

$$0.05 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,orz,d}/k_{shape})/f_{v,d} =$$

Perfil correcto !!!

NORMA: [EN 1995-1:2004/A1:2008](#)

TIPO DEL ANALISIS: [Verificación de grupos de barras ELU](#)

GRUPO: [CORREA \(247A282 289A324 331A360\)](#)

BARRA: [338](#)

CARGAS: *Caso de carga más desfavorable:* $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

MATERIAL MADERA

$$g_M = 1.25$$

MPa

$$f_{v,k} = 2.00 \text{ MPa}$$

MPa

$$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$$

$$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$$

$$f_{t,90,k} = 0.30 \text{ MPa}$$

$$G_{medio} = 700.00 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$$

$$f_{c,90,k} = 4.80 \text{ MPa}$$

$$\text{Clase de servicio: } 1$$

$$f_{c,0,k} = 18.00$$

$$E_{0,medio} = 9000$$

$$\text{Beta } c = 1.00$$



PARAMETROS DE LA SECCION: 10*18

$$h_t = 18.0 \text{ cm}$$

$$b_f = 10.0 \text{ cm}$$

$$e_a = 5.0 \text{ cm}$$

$$e_s = 5.0 \text{ cm}$$

$$A_y = 64.29 \text{ cm}^2$$

$$I_y = 4860.00 \text{ cm}^4$$

$$W_{ely} = 540.00 \text{ cm}^3$$

$$A_z = 115.71 \text{ cm}^2$$

$$I_z = 1500.00 \text{ cm}^4$$

$$W_{elz} = 300.00 \text{ cm}^3$$

$$A_x = 180.00 \text{ cm}^2$$

$$I_x = 3900.0 \text{ cm}^4$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.84/180.00 = -0.10 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -4.28/540.00 = -7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.86/300.00 = -2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,ory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,orz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:



respecto al eje Z:

FORMULAS DE VERIFICACION:

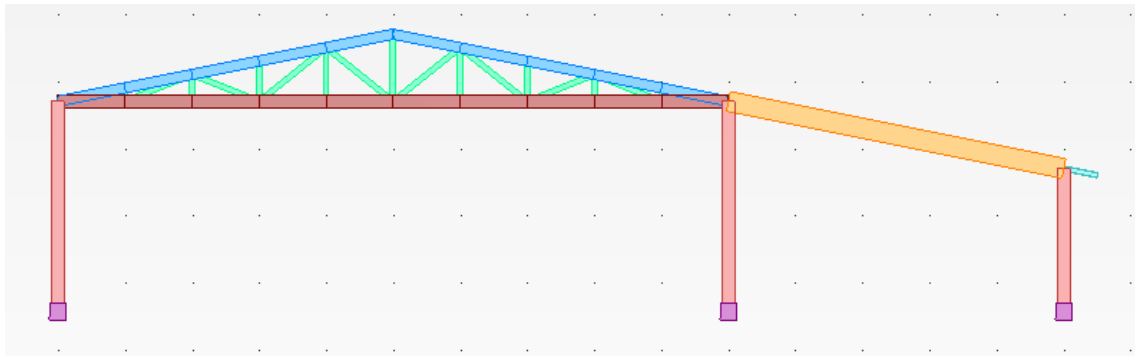
$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.58 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

NOTA DE CÁLCULO DE LA CERCHA:



NORMA: EN 1995-1:2004/A1:2008

TIPO DEL ANALISIS: Verificación de grupos de barras

GRUPO: VIGA SUPERIOR CELOSIA (28A32 46A50 70A74 88A92 112A116 130A134 154A158 172A176 196A200 214A218)

BARRA: 32

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

MATERIAL MADERA

$g_M = 1.25$	$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 2.00 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.30 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 4.80 \text{ MPa}$	$E_{0,medi} = 9000 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$	$G_{medio} = 700.00 \text{ MPa}$	Clase de servicio: 1	Beta c = 1.00



PARAMETROS DE LA SECCION: 10*15

ht=15.0 cm			
bf=10.0 cm	Ay=60.00 cm ²	Az=90.00 cm ²	Ax=150.00 cm ²
ea=5.0 cm	Iy=2812.50 cm ⁴	Iz=1250.00 cm ⁴	Ix=2900.0 cm ⁴
es=5.0 cm	Wey=375.00 cm ³	Welz=250.00 cm ³	

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 66.53/150.00 = 4.44 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 0.35/375.00 = 0.93 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.75/250.00 = 2.99 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -7.47/150.00 = -0.75 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -3.50/150.00 = -0.35 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.73 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.85 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 0.60$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.25$
 $\text{Sig}_{cr} = 290.80 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:



respecto al eje Z:

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.65 < 1.00 \quad (6.20)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.93/(1.00 \cdot 9.50) = 0.10 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.96 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.87 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

NORMA: [EN 1995-1:2004/A1:2008](#)

TIPO DEL ANALISIS: [Verificación de grupos de barras](#)

GRUPO: [VIGA INFERIOR CELOSIA \(33A37 51A55 75A79 93A97 117A121 135A139 159A163 177A181 201A205 219A223\)](#)

BARRA: [55](#)

CARGAS: *Caso de carga más desfavorable:* 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

MATERIAL MADERA

$g_M = 1.25$	$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 2.00 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.30 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 4.80 \text{ MPa}$	$E_{0,medi} = 9000 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$	$G_{medio} = 700.00 \text{ MPa}$	Clase de servicio: 1	Beta c = 1.00



PARAMETROS DE LA SECCION: 10*20

ht=20.0 cm			
bf=10.0 cm	Ay=66.67 cm ²	Az=133.33 cm ²	Ax=200.00 cm ²
ea=5.0 cm	Iy=6666.67 cm ⁴	Iz=1666.67 cm ⁴	Ix=4566.7 cm ⁴
es=5.0 cm	Wey=666.67 cm ³	Welz=333.33 cm ³	

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -96.77/200.00 = -4.84 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -24.77/666.67 = -37.15 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -0.19/333.33 = -0.57 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.19/200.00 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 24.86/200.00 = 1.86 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{\text{torz},d} = 0.03 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.04 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 1.10$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{\text{cr}} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{\text{ef}} = 0.90 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{\text{rel } m} = 0.27$
 $\text{Sig}_{\text{cr}} = 241.71 \text{ MPa}$ $k_{\text{crit}} = 1.00$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:



respecto al eje Z:

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.99 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d}) = 37.15/(1.00 \cdot 17.42) = 0.96 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{\text{cr}} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{\text{cr}} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.82 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

NORMA: EN 1995-1:2004/A1:2008

TIPO DEL ANALISIS: Verificación de grupos de barras

GRUPO: BARRA CELOSIA (19A27 38A45 61A69 80A87 103A111 122A129 145A153 164A171 187A195 206A213 219A223)

BARRA: 27

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

MATERIAL MADERA

$g_M = 1.25$ $f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$ $f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$ $f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 2.00 \text{ MPa}$ $f_{t,90,k} = 0.30 \text{ MPa}$ $f_{c,90,k} = 4.80 \text{ MPa}$ $E = 9000 \text{ MPa}$
 $E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$ $G_{\text{medio}} = 700.00 \text{ MPa}$ Clase de servicio: 1 $\beta_c = 1.00$



PARAMETROS DE LA SECCION: 10*10

$h_t = 10.0 \text{ cm}$
 $b_f = 10.0 \text{ cm}$ $A_y = 50.00 \text{ cm}^2$ $A_z = 50.00 \text{ cm}^2$ $A_x = 100.00 \text{ cm}^2$
 $e_a = 5.0 \text{ cm}$ $I_y = 833.33 \text{ cm}^4$ $I_z = 833.33 \text{ cm}^4$ $I_x = 1405.8 \text{ cm}^4$
 $e_s = 5.0 \text{ cm}$ $W_{ely} = 166.67 \text{ cm}^3$ $W_{elz} = 166.67 \text{ cm}^3$

TENSIONES

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 6.87/100.00 = 0.69 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 2.38/166.67 = 14.26 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.20/166.67 = 1.22 \text{ MPa}$
 $\tau_{y,d} = 1.5 \cdot 0.06/100.00 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -4.62/100.00 = -0.69 \text{ MPa}$
 $\tau_{\text{torz},d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\tau_{\text{torz},d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 1.10$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:



respecto al eje Z:

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.87 < 1.00 \quad (6.19)$

$(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.59 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

CIMENTACIÓN:

Para la estabilidad de la estructura se propone una cimentación superficial en forma de zapata de hormigón armado.

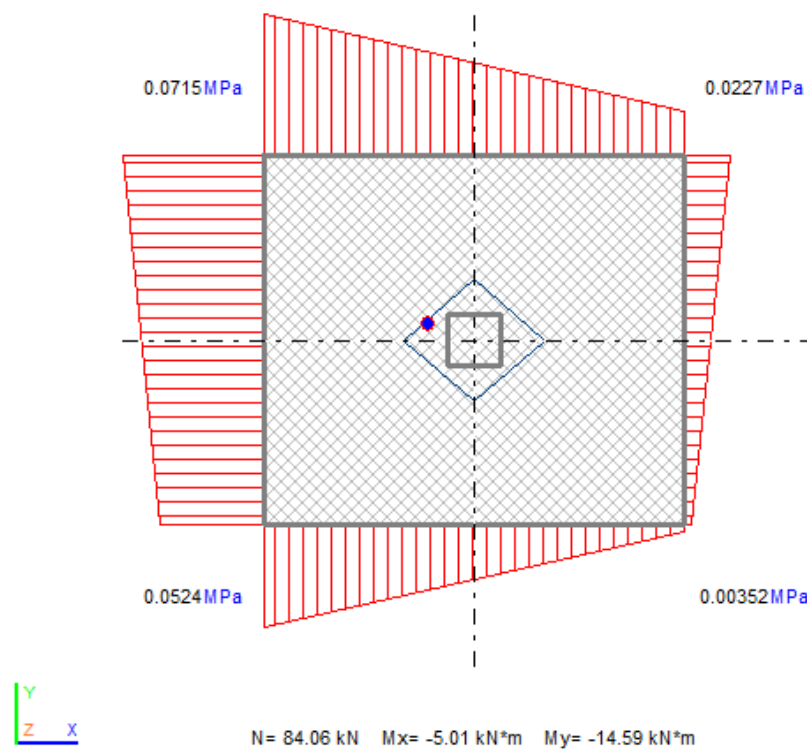
A partir de las reacciones de la estructura que se muestran en la nota de cálculo, se dimensiona geométricamente la zapata y el armado de las mismas.

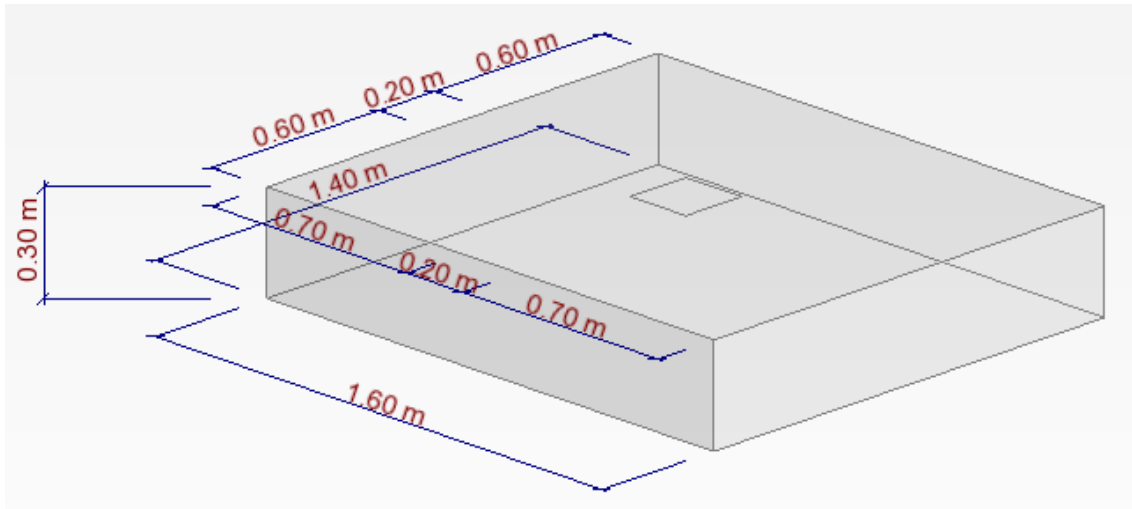
En la nota de cálculo también se describen las especificaciones técnicas de los materiales a emplear, y que se resumen a continuación:

- Hormigón HA – 25.
- Acero para la armadura tipo B – 500S.

Nota de cálculo de las cimentaciones del edificio de servicios:

Diagrama de esfuerzos en la cimentación del edificio de servicios:



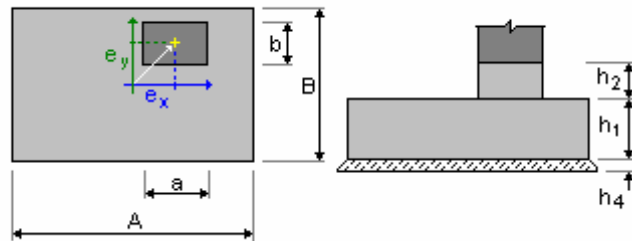


1 Cimentación del edificio principal : Zapata aislada:

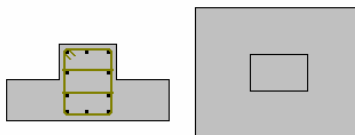
Hipótesis

- Norma para los cálculos geotécnicos : EN 1997-1:2008
- Norma para los cálculos de hormigón armado : EHE 99
- Forma de la cimentación : libre

Geometría:



$A = 1.60 \text{ (m)}$
 $B = 1.40 \text{ (m)}$
 $h1 = 0.30 \text{ (m)}$
 $h2 = 0.00 \text{ (m)}$
 $h4 = 0.05 \text{ (m)}$
 $a = 0.20 \text{ (m)}$
 $b = 0.20 \text{ (m)}$
 $e_x = 0.00 \text{ (m)}$
 $e_y = 0.00 \text{ (m)}$



Recubrimiento = 5.0 (cm)

Materiales

- Hormigón: HA – 25
Resistencia característica = 25.00 MPa



Densidad = 2501.36 (kg/m³)

- Armaduras longitudinales: tipo B 500 S
Resistencia característica = 500.00 MPa
- Armaduras transversales: tipo B 500 S
Resistencia característica = 500.00 MPa

Cargas sobre la cimentación:

Caso	N (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
CALC.1	84.06	-5.01	-14.59

Lista de combinaciones

1/ ELU: CALC.1 N=84.06 Mx=-5.01 My=-14.59

Diseño geotécnico

Hipótesis

- Coeficiente de reducción de la cohesión: 0.00
- Cimentación prefabricada lisa 6.5.3(10)
- Deslizamiento considerando la presión del suelo: para las direcciones X y Y
- Enfoque de cálculo: 1

Suelo:

- Nivel del suelo: N₁ = 0.00 (m)
- Nivel máx. de la cimentación: N_a = 0.00 (m)
- Nivel del fondo del excavado: N_f = -0.50 (m)

Clay

- Nivel del suelo: 0.00 (m)
- Peso volumétrico: 2243.38 (kg/m³)
- Densidad del sólido: 2753.23 (kg/m³)
- Angulo de rozamiento interno: 25.0 (Deg)
- Cohesión: 0.06 (MPa)

Estados límites

Cálculo de las tensiones

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme
Combinación dimensionante:



ELU : CALC.1 N=84.06 Mx=-5.01 My-14.59

ELU A1 : 1.35Peso propio+1.35Cargas permanentes+1.50Carga de explotación

Coeficientes de carga: **1.35** * peso de la cimentación

1.35 * peso del suelo

Resultados de cálculos: en el nivel del asiento de la cimentación

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 22.25 (kN)

Carga de diseño:

- Nr = 84.06 (kN)
- Mx = -5.01 (kN*m)
- My = -14.59 (kN*m)

Excentricidad de la carga:

$$eB = 0.06 \text{ (m)} \quad eL = -0.17 \text{ (m)}$$

Dimensiones equivalentes de la cimentación:

$$B' = B - 2|eB| = 1.60 \text{ (m)}$$

$$L' = L - 2|eL| = 1.28 \text{ (m)}$$

Profundidad del asiento: Dmin = 0.30 (m)

Método de cálculos de tensión admisible: Semiempírico - límite de tensiones

$$q_u = 0.20 \text{ (MPa)}$$

$$p_{le}^* = 0.22 \text{ (MPa)}$$

$$D_e = D_{min} - d = 0.30 \text{ (m)}$$

$$k_p = 0.84$$

$$q'_0 = 0.01 \text{ (MPa)}$$

$$q_u = k_p * (p_{le}^*) + q'_0 = 0.20 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Tensión en el suelo: } q_{ref} = 0.07 \text{ (MPa)}$$

$$\text{Coeficiente de seguridad: } q_{lim} / q_{ref} = 2.743 > 1$$

Alzamiento

Alzamiento en ELU

Combinación dimensionante: **ELU : CALC.1 N=84.06 Mx=-5.01 My-14.59**

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

$$\text{Superficie de contacto: } s = 0.16$$

$$s_{lim} = 0.17$$

Deslizamiento

Combinación dimensionante:

ELU A2 : 1.00Peso propio+1.00Cargas permanentes+1.30Carga de explotación

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación



1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 16.48 \text{ (kN)}$
Carga de diseño: $Nr = 65.78 \text{ (kN)}$ $Mx = -3.99 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$ $My = -11.69 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
Dimensiones equivalentes de la cimentación: $A = 1.60 \text{ (m)}$ $B = 1.40 \text{ (m)}$
Superficie de deslizamiento: $2.24 \text{ (m}^2\text{)}$
Coeficiente de rozamiento cimentación - suelo: $\tan(\phi_d) = 0.24$
Cohesión: $c_u = 0.5 \text{ (MPa)}$
Presión del suelo considerada:
 $Hx = -8.09 \text{ (kN)}$ $Hy = 6.67 \text{ (kN)}$
 $Ppx = 1.71 \text{ (kN)}$ $Ppy = -1.95 \text{ (kN)}$
 $Pax = -0.28 \text{ (kN)}$ $Pay = 0.32 \text{ (kN)}$
Valor de la fuerza de deslizamiento $Hd = 8.35 \text{ (kN)}$
Valor de la fuerza de estabilización para el deslizamiento de la cimentación:
- en el nivel del asiento: $Rd = 15.75 \text{ (kN)}$
Estabilidad a deslizamiento: $1.887 > 1$

Hundimiento medio

Tipo de suelo debajo de la cimentación: uniforme
Combinación dimensionante:
ELS : 1.00Peso propio+1.00Cargas permanentes+1.00Carga de explotación

Coeficientes de carga: **1.00 * peso de la cimentación**
1.00 * peso del suelo
Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: $Gr = 16.48 \text{ (kN)}$
Tensión media debida a la carga de dimensionado: $q = 0.03 \text{ (MPa)}$
Espesor del suelo con hundimiento activo: $z = 1.40 \text{ (m)}$
Tensión en el nivel z:
- adicional: $\sigma_{zd} = 0.01 \text{ (MPa)}$
- debida al peso del suelo: $\sigma_{zz} = 0.04 \text{ (MPa)}$
Hundimientos:
- primario $s' = 0.0 \text{ (cm)}$
- secundario $s'' = 0.0 \text{ (cm)}$
- TOTAL $S = 0.0 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5.0 \text{ (cm)}$
Coeficiente de seguridad: $240.3 > 1$

Diferencia de hundimientos

Combinación dimensionante:
ELS : 1.00Peso propio+1.00Cargas permanentes+1.00Carga de explotación
Coeficientes de carga: **1.00 * peso de la cimentación**
1.00 * peso del suelo
Diferencia de hundimientos: $S = 0.0 \text{ (cm)} < S_{adm} = 5.0 \text{ (cm)}$
Coeficiente de seguridad: $109.4 > 1$
Vuelco

Alrededor del eje OX

Combinación dimensionante:



ELU A1 : 1.35Peso propio+1.35Cargas permanentes+1.50Carga de explotación

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 16.48 (kN)

Carga de diseño: Nr = 78.29 (kN) Mx = -5.01 (kN*m) My = -14.59 (kN*m)

Momento estabilizador: Mstab = 54.80 (kN*m)

Moment de vuelco: Mrenv = 5.01 (kN*m)

Estabilidad al vuelco: 10.94 > 1

Alrededor del eje OY

Combinación dimensionante:

ELU A1 : 1.35Peso propio+1.35Cargas permanentes+1.50Carga de explotación+0.90V_di

Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

Peso de la cimentación y del suelo superpuesto: Gr = 16.48 (kN)

Carga de diseño: Nr = 72.60 (kN) Mx = -3.85 (kN*m) My = -13.71 (kN*m)

Momento estabilizador: Mstab = 58.08 (kN*m)

Moment de vuelco: Mrenv = 13.71 (kN*m)

Estabilidad al vuelco: 4.235 > 1

Diseño de hormigón armado

Hipótesis : Ambiente: I

Análisis de punzonamiento y de cortante

Cizalladura

Combinación dimensionante:

ELU : CALC.1 N=34.71 Mx=0.55 My=-4.24 Fx=-3.09 Fy=-2.09

Coeficientes de carga:**1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

Carga de diseño: Nr = 42.07 (kN) Mx = 1.18 (kN*m) My = -5.17 (kN*m)

Longitud del perímetro crítico: 1.00 (m)

Esfuerzo cortante: 9.72 (kN)

altura útil de la sección heff = 0.24 (m)

Superficie de cizalladura: A = 0.24 (m2)

Cuantía de armadura: = 0.13 %

Tensión cortante: 0.04 (MPa)

Tensión cortante admisible: 0.51 (MPa)

Coeficiente de seguridad: 12.56 > 1

Diseño de hormigón armado

Hipótesis Ambiente: I

Análisis de punzonamiento y de cortante

Cizalladura

Combinación dimensionante:

ELU : 1.35Peso propio+1.35Cargas permanentes+1.50Carga de explotación



Coeficientes de carga: **1.00** * peso de la cimentación

1.00 * peso del suelo

Carga de diseño: $N_r = 78.29$ (kN) $M_x = -5.01$ (kN*m) $M_y = -14.59$ (kN*m)

Longitud del perímetro crítico: 1.40 (m)

Esfuerzo cortante: 28.97 (kN)

altura útil de la sección $h_{eff} = 0.24$ (m)

Superficie de cizalladura: $A = 0.34$ (m²)

Cuantía de armadura: = 0.13 %

Tensión cortante: 0.09 (MPa)

Tensión cortante admisible: 0.51 (MPa)

Coeficiente de seguridad: 5.899 > 1

Armadura teórica

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

ELU : 1.35Peso propio+1.35Cargas permanentes+1.50Carga de explotación

$M_y = 16.63$ (kN*m) $A_{sx} = 3.00$ (cm²/m)

ELU : 1.35Peso propio+1.35Cargas permanentes+1.50Carga de explotación

$M_x = 10.89$ (kN*m) $A_{sy} = 3.00$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 3.00$ (cm²/m)

Armaduras superiores:

$M_y = 0.00$ (kN*m) $A'_{sx} = 3.00$ (cm²/m)

$M_x = 0.00$ (kN*m) $A'_{sy} = 3.00$ (cm²/m)

$A_{s \min} = 3.00$ (cm²/m)

Fuste:

Armaduras longitudinales $bA = 0.00$ (cm²) $A_{\min.} = 0.00$ (cm²)

$A = 2 * (A_{sx} + A_{sy})$ $A_{sx} = 0.00$ (cm²) $A_{sy} = 0.00$ (cm²)

Armadura real

Cimentación aislada:

Armaduras inferiores:

Dirección X: 9 B 500 S 8 $l = 1.50$ (m) $e = 1 * -0.60 + 8 * 0.15$

Dirección Y: 10 B 500 S 8 $l = 1.30$ (m) $e = 1 * -0.67 + 9 * 0.15$

Superiores:

Dirección X: 9 B 500 S 8 $l = 1.50$ (m) $e = 1 * -0.60 + 8 * 0.15$

Dirección Y: 10 B 500 S 8 $l = 1.30$ (m) $e = 1 * -0.72 + 9 * 0.16$

Cuantitativo:

Volumen del hormigón = 0.67m³)

Superficie de encofrado = 1.80 (m²)

Acero B 500 S

- Peso total = 20.92 (kG)
- Densidad= 31.13 (kG/m³)
- Diámetro medio = 8.0 (mm)
- Lista según diámetros:

Diámetro: 8 mm

Longitud: 20 de 1.30m y 18 de 1.50m

ANEJO 4. DISEÑO HIDRAULICO

La ocupacion total del orfanato no tendra lugar hasta la conclusion de la construcción de la obra; sin embargo, el diseno hidraulico y sanitario se realizara teniendo en cuenta desde el primer momento la capacidad necesaria para dar servicio a la casa de acogida en completo funcionamiento.

DATOS DE OCUPACIÓN

Vamos a establecer la dotación necesaria de agua para el orfanato de acuerdo a la ocupación máxima que tendrá lugar en el mismo, considerando personas y animales

Una vez concluida la construccion del Orfanato proporcionara servicio a 75 ninos en total. Ademias sera necesario tener en cuenta le personal encargado del funcionamiento de la casa de acogida.

El organigrama de funcionamiento tiene en cuenta los siguientes empleados:

- Director
- Maestros
- Cuidadores
- Personal de limpieza
- Cocineros
- Vigilante
- Enfermero
- Encargado de granja y jardineria

Además estimaremos un número de cabezas de ganado, vacas y ovejas, y algunos pollos.

A continuación se resume en un cuadro la dotación de agua diaria necesaria para el orfanato :

Personal del orfanato	Número	Consumo diario (l/persona/día)
director	1	35
Personal de enseñanza	1	35
Personal de cuidado	2	35
Personal de limpieza	2	35
Personal de cocina	2	35
personal de enfermería	2	35
Personal de granja y jardinería	2	35
Niños	48	35

Consumo total = 60 * 35 = 2100 L/día.

También se hace un recuento de los animales que podrán convivir en el terreno del orfanato, aunque el agua de abastecimiento de éstos será procedente del río que circula por el lado sur del terreno y al que antes se ha hecho referencia.

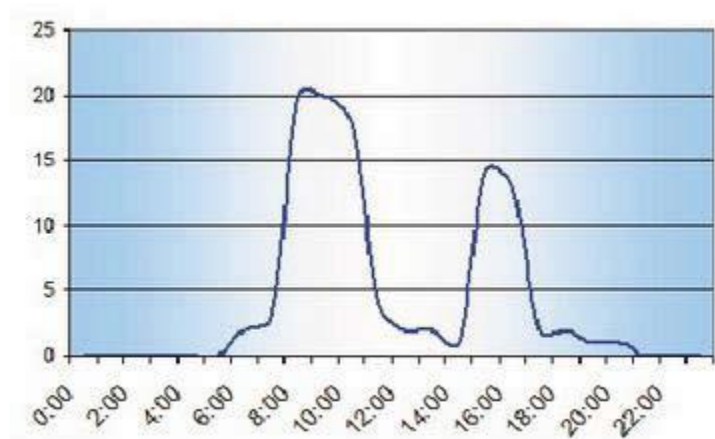
Animales	Número
Vacas	10
Ovejas	20
Pollos	150

Se empleara un factor de perdida de agua por fugas de tuberías rotas, mantenimiento de la red de distribucion y otras posibles actividades del 15 % del consumo promedio diario.

Consumo total: $2100 * 1.15 = 2415 \text{ L/día}$

Patrón de consumo diario:

Ante la imposibilidad de establecer un patron de consumo diario dado que no se tienen datos de consumos similares en la zona se propone el siguiente patrón generico.



El patron generico representado estima un pico de consumo por la mañana donde se consume aproximadamente el 60 % del agua en 3 horas y un segundo pico por la tarde con el 25 % en dos horas. El 15 % restante se utiliza para considerar los consumos del resto de días.

HORA	%	MULTIPLICADOR
0:00	0.00	0.00
1:00	0.00	0.00
2:00	0.00	0.00
3:00	0.00	0.00
4:00	0.00	0.00

5:00	0.00	0.00
6:00	1.00	0.24
7:00	2.00	0.48
8:00	11.00	2.64
9:00	20.00	4.80
10:00	18.00	4.32
11:00	12.00	2.88
12:00	2.00	0.48
13:00	2.00	0.48
14:00	1.00	0.24
15:00	7.00	1.68
16:00	13.00	3.12
17:00	8.00	1.92
18:00	1.00	0.24
19:00	1.00	0.24
20:00	1.00	0.24
21:00	0.00	0.00
22:00	0.00	0.00
23:00	0.00	0.00
TOTAL	100.00	24

Demanda media y pico de consumo.

La red de distribución se calcula para la hora punta del día del periodo de diseño que más se consume.

La demanda media es de:

$$(2415/24) \times 1,2 = 120.75 \text{ l/hora} = 0,034 \text{ l/seg.}$$

Y la demanda máxima que se producirá durante la hora punta será de:

$$120.75 \times 4,8 = 579.6 \text{ l/hora} = 0,161 \text{ l/seg.}$$

DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA: POZO DE BOMBEO - DEPOSITO DE ALMACENAMIENTO

En el modelo hidrológico desarrollado se supondrá la presencia de un pozo del que será posible la extracción de agua. Se supone que esta alternativa es perfectamente realizable a pesar de la indisponibilidad de datos hidrológicos.

Será necesario disponer de un depósito para realizar un tratamiento de cloración del agua extraída del pozo.

Salidas.

El depósito deberá tener una capacidad suficiente para cubrir las necesidades diarias de la red de distribución calculada en el presente anejo.

Por lo tanto, la demanda media que deberá atender el depósito será: 120.75 l/hora.

Entradas.

El depósito se abastecerá desde un pozo de bombeo en las proximidades del depósito y que se supondrá, podrá almacenar un total de 3000 litros.

Balance.

Para determinar la cantidad de agua se hará un balance de entradas y salidas a las distintas horas del día. Para que el volumen del depósito sea el menor posible, la bomba estará en funcionamiento durante las primeras horas del día y de manera continuada, que es lo más eficiente en cuanto al uso de la bomba de bombeo.

Capacidad del depósito.

Se propone el empleo de un depósito de 3000 l de capacidad, resultante de incrementar la capacidad mínima del mismo un 20 % de resguardo y coeficiente de seguridad del abastecimiento.

Para conseguir dicha capacidad se empleará un depósito cilíndrico de 1,4 m. de diámetro por 2,0 m. de altura.

$$P_{\text{bomba}} = \gamma * Q * H$$

Las condiciones iniciales planteadas son:

- Altura de elevación $H = 40$ metros.
- Depósito: Volumen = 3 metros^3 .
- Tiempo de llenado del depósito: Proponemos llenarlo de noche, para que no exista solape de otras demandas eléctricas con la bomba o en horas diarias para aprovechar la energía solar. Por esto se propone un tiempo de llenado del depósito de 2 horas, es decir, una velocidad de llenado de $1.5 \text{ m}^3/\text{h}$.

Predimensionamiento de la bomba a emplear en el bombeo del agua del acuífero perforado al depósito de almacenamiento para su posterior distribución.

$$P = 10^4 (\text{N}/\text{m}^3) * 1.5 (\text{m}^3/\text{h}) * 40 (\text{m}) = 145 \text{ W}$$

Con estas características, buscamos una bomba en una casa comercial que se adapte a nuestras necesidades.

La bomba elegida es la siguiente: **SP 2A-9 - 09007509**



Texto resumen del fabricante:

“Bomba sumergible para los agujeros adecuados para el bombeo de agua limpia. Se puede instalar tanto vertical como horizontalmente. Todos los componentes de acero están hechos de acero inoxidable de alta calidad, EN 1.4301 (AISI 304), que garantiza una alta protección contra la corrosión. Esta bomba tiene la aprobación para el agua potable.



La bomba está equipada con un motor MS402 0,37 kW con filtro de arena, junta de labio, cojinetes radiales lubricados agua y un diafragma de compensación de volumen. El motor es un motor sumergible rotor húmedo que proporciona una buena estabilidad mecánica y una alta eficiencia. Las temperaturas adecuadas hasta 40 °C.

El motor no está equipado con un sensor de temperatura. Si vamos a controlar la temperatura, se puede instalar un sensor Pt1000. El motor está destinado a dirigir de partida (DOL)."

Datos del sistema:

Líquido:

- Líquido bombeado: Agua
- Temperatura máxima do líquido: 40 °C
- Temperatura máxima del líquido a 0,15 m/segundo: 40 °C
- Temperatura do líquido: 20 °C
- Densidad: 998.2 kg/m³
- Viscosidad cinemática: 1 mm²/segundo.

Técnicos:

- Velocidad para características da bomba: 2900 rpm
- Caudal efectivo calculado: 1.68 m³/h
- Altura manométrica resultante da bomba: 40.01 m
- Empaque para o motor: LIPSEAL
- Tolerancia da curva: ISO9906:2012 3B

Materiales:

- Bomba: Acero inoxidable EN 1.4301
- Impulsor: Acero inoxidable EN 1.4301
- Motor: Acero inoxidable DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304

Instalación:

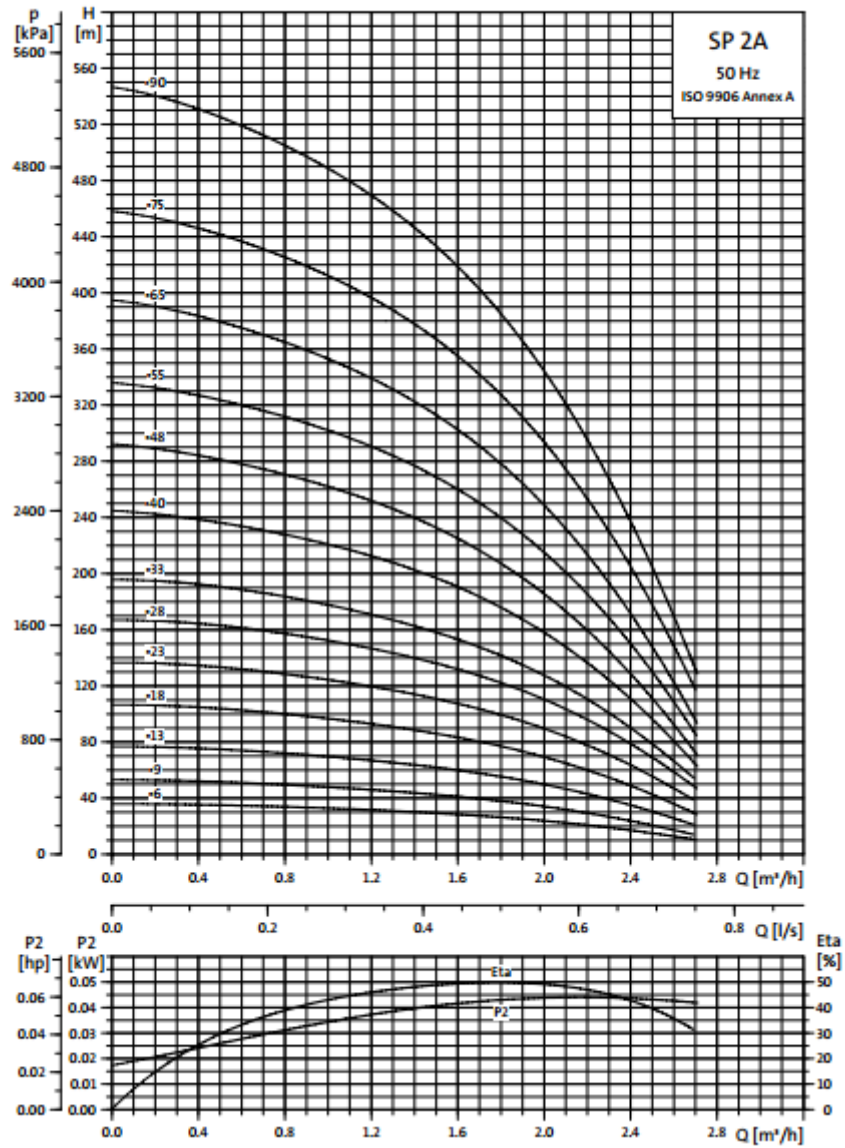
- Descarga da bomba: RP1 1/4
- Diámetro do motor: 4".

Cargas eléctricas:

- Tipo de motor: MS402
- Potencia nominal - P2: 0.37 kW
- Frecuencia da rede: 50 Hz
- Tensión nominal: 1 x 220-230-240 V
- Método de arranque: Directo
- Corriente nominal: 2,90-2,90-2,90 A
- Corriente de arranque: 400-430 %
- Cos phi - factor de potencia: 0,99-0,98-0,97
- Velocidad nominal: 2830-2840-2850 rpm
- Clase de protección (IEC 34-5): IP68
- Clase de aislamiento (IEC 85): B
- Transmisor de temperatura incorporado: No

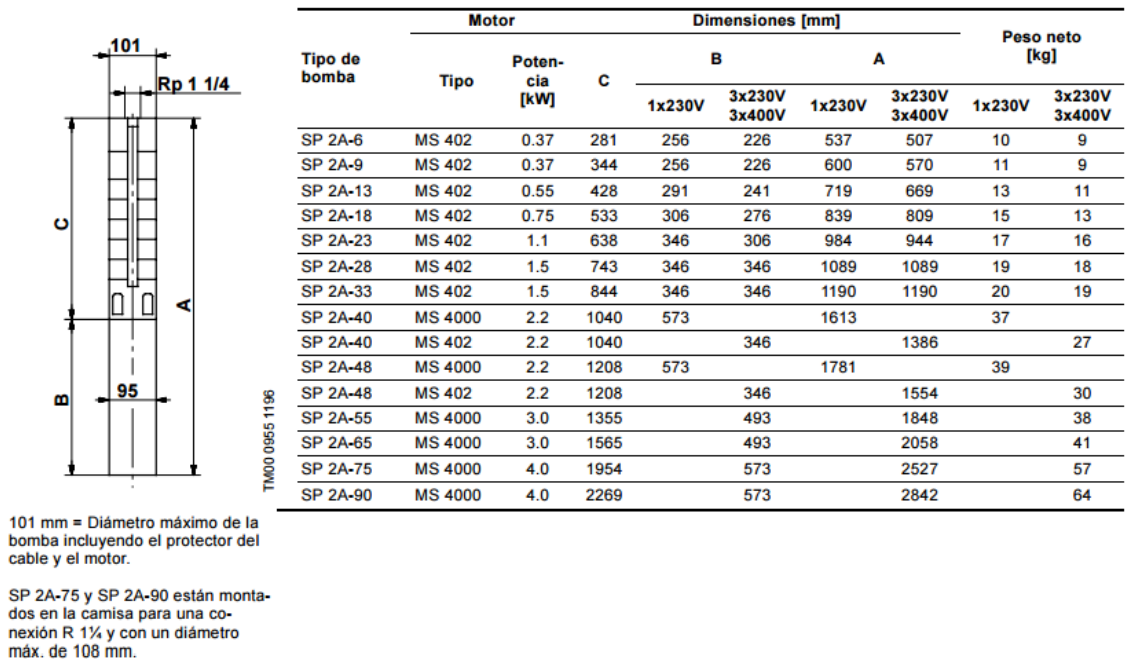
Curvas características de la bomba escogida:

SP 2A

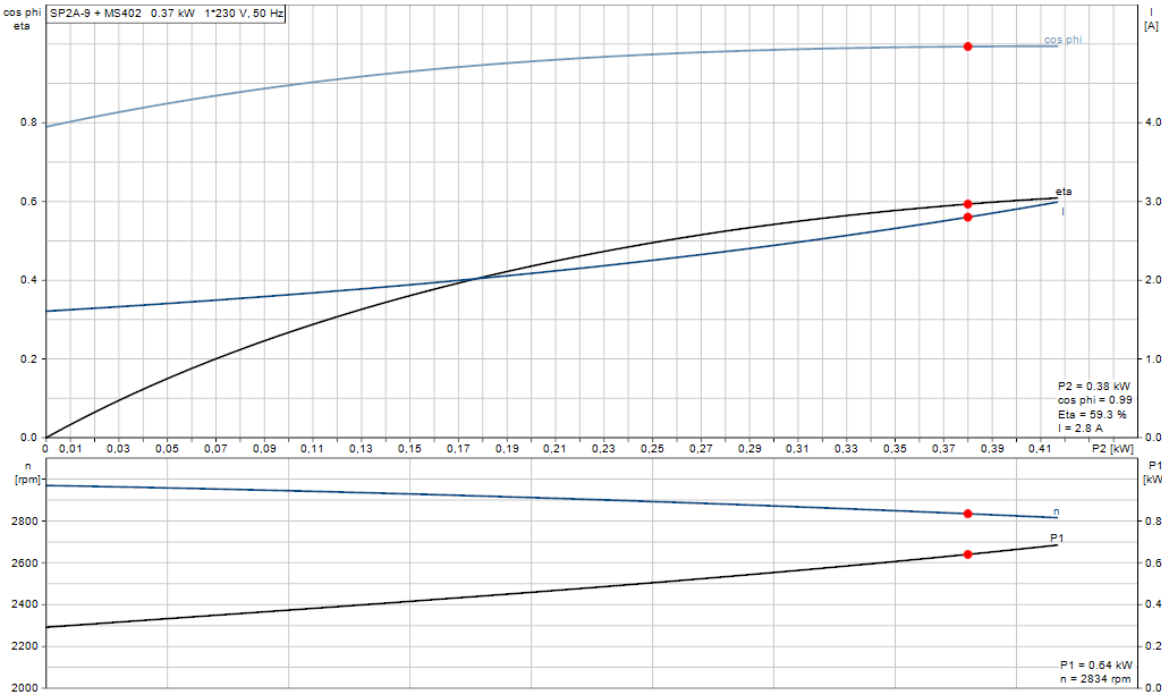




Dimensiones y pesos de la bomba:



Curvas del motor:



Curva característica – Punto de funcionamiento:

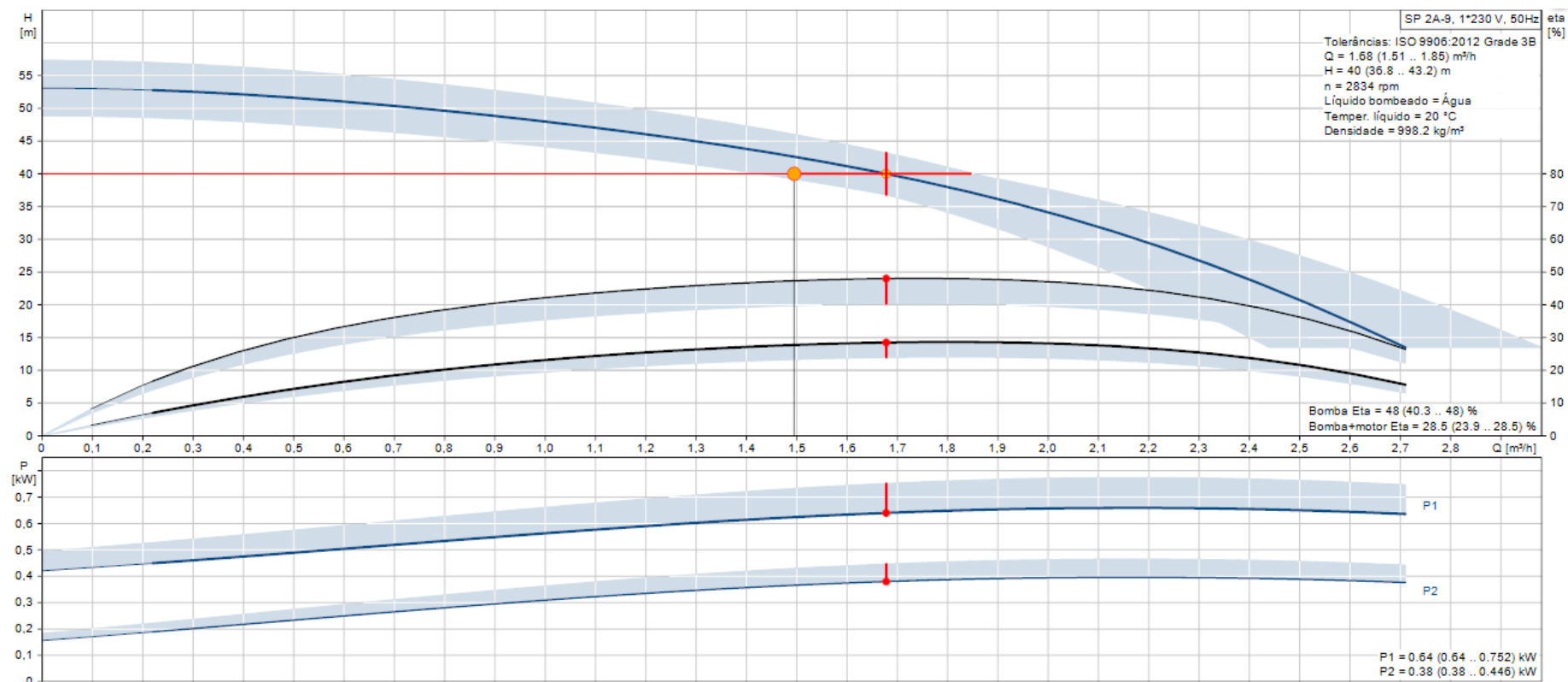


Tabla resumen del balance de agua en el depósito:

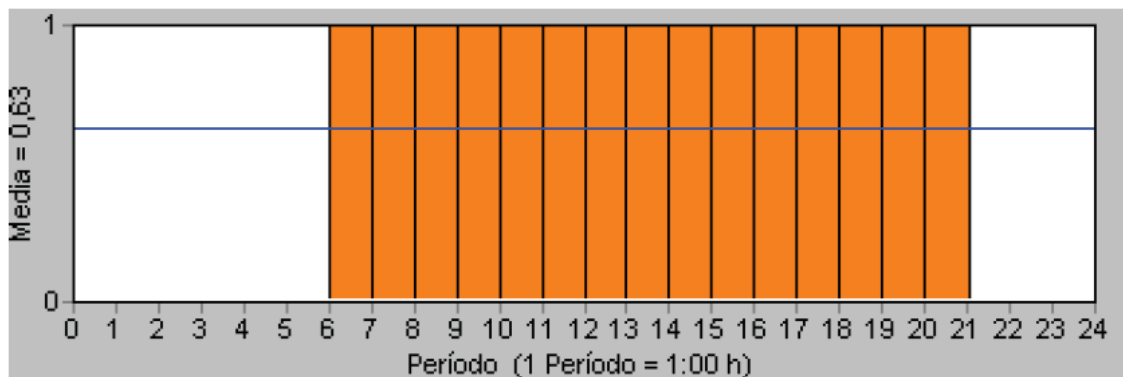
Consumo medio (m3/h): 0.121					
Consumo punta (m3/h): 0.161					
HORA	MULTIPLICADO R	V (m3) CONSUMIDO	V (m3) BOMBEADO	V (m3) INICIAL	V (m3) FINAL
0:00 - 1:00	0.00	0.000	0	0.000	0.000
1:00 - 2:00	0.00	0.000	0	0.000	0.000
2:00 - 3:00	0.00	0.000	0	0.000	0.000
3:00 - 4:00	0.00	0.000	0	0.000	0.000
4:00 - 5:00	0.00	0.000	1.5	0.000	1.500
5:00 - 6:00	0.00	0.000	1.5	1.500	3.000
6:00 - 7:00	0.24	0.029	0	3.000	2.971
7:00 - 8:00	0.48	0.058	0	2.971	2.913
8:00 - 9:00	2.64	0.319	0	2.913	2.594
9:00 - 10:00	4.80	0.580	0	2.594	2.015
10:00 - 11:00	4.32	0.522	0	2.015	1.493
11:00 - 12:00	2.88	0.348	0	1.493	1.145
12:00 - 13:00	0.48	0.058	0	1.145	1.087
13:00 - 14:00	0.48	0.058	0	1.087	1.029
14:00 - 15:00	0.24	0.029	0	1.029	1.000
15:00 - 16:00	1.68	0.203	0	1.000	0.798
16:00 - 17:00	3.12	0.377	0	0.798	0.421
17:00 - 18:00	1.92	0.232	0	0.421	0.189
18:00 - 19:00	0.24	0.029	0	0.189	0.160
19:00 - 20:00	0.24	0.029	0	0.160	0.131
20:00 - 21:00	0.24	0.029	0	0.131	0.102
21:00 - 22:00	0.00	0.000	0	0.102	0.102
22:00 - 23:00	0.00	0.000	0	0.102	0.102
23:00 - 24:00	0.00	0.000	0	0.102	0.102
TOTAL		2.898	3		

DIMENSIONAMIENTO DE LA BOMBA DE PRESIÓN PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN:

El planteamiento del problema presente es el de dimensionar la red de distribución que de agua de consumo a la gente del orfanato a partir del agua almacenada en el depósito.

Para conseguir esto se propone una bomba en la salida del depósito para obtener a gua a una presión comprendida entre 10 - 30 m.c.a. para realizar el abastecimiento respetando las restricciones de presión mínima y velocidad mínima y máxima.

Por ello, el caudal de la bomba coincidira con el de consumo, asi como sus horas de funcionamiento con las horas de consumo.



La altura a la que debiera elevar el agua, vendra dada por la diferencia de presión entre la conseguida por el deposito y la necesaria, que se situara en torno a los 10 - 20 m.c.a.

La bomba de presión elegida para satisfacer las condiciones expuestas es la siguiente:

CM1-3 A-R-A-E-AVBBE - 9680692



Texto resumen del fabricante sobre la bomba:

“El CM es un compacto horizontal multi-etapa centrífugo bomba, monoblock, con:



un 1fáses de motor, 220-240 V, 50 Hz Hz. ensamblado a la base.

La bomba comprende un orificio de aspiración axial y un puerto de descarga radial, incluyendo un sello mecánico especialmente diseñado en solución AVBE.

El eje, impulsores, cámaras y tapones de llenado están hechos de acero inoxidable.

La succión y descarga son de hierro fundido.

El CM también puede funcionar como CME conectar el motor a una CUE. Para obtener más información, consulte la sección CUE de las Ventanas / WebCAPS"

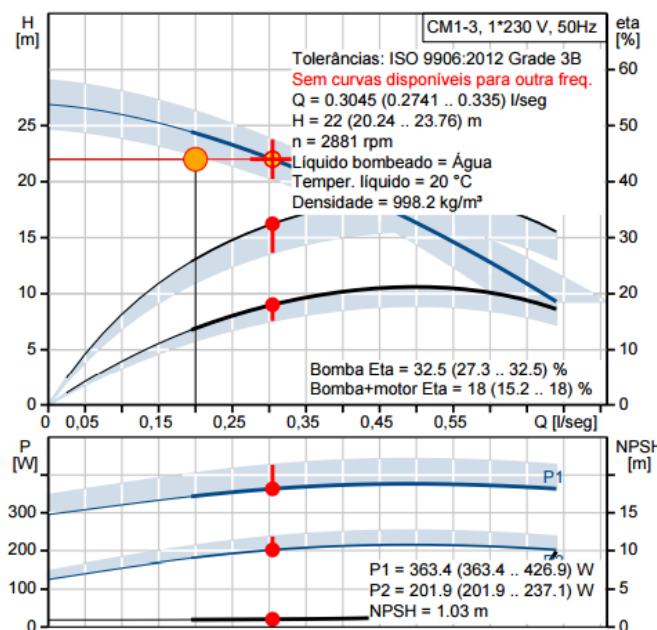
Datos de la bomba:

Designación del producto:

- CM1-3 A-R-A-E-AVBE
- Código: 96806792
- Número EAN:: 5700310917399

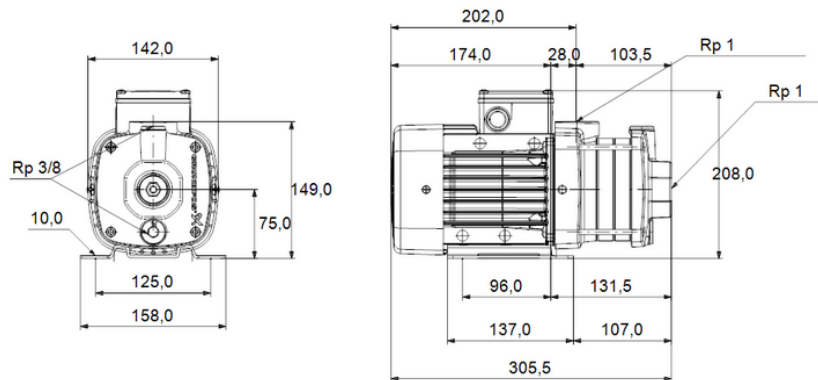
Técnicos:

- Velocidad para características da bomba: 2900 rpm
- Caudal efectivo calculado: 0.3047 l/segundo
- Altura manométrica resultante da bomba: 22.01 m
- Impulsores: 3
- Empaque: AVBE
- Homologaciones na chapa de características: CE,WRAS,ACS,TR
- Tolerancia da curva: ISO9906:2012 3B
- Versión de la bomba: A
- Modelo: A



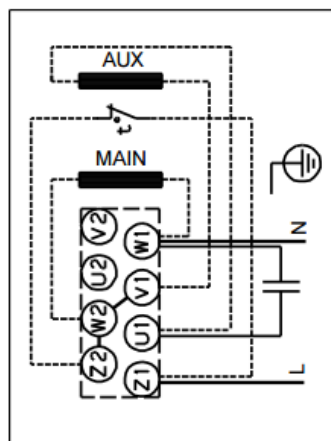
Materiales:

- Cuerpo de la bomba: hierro fundido
- Cuerpo de la bomba: EN-JL1030
- Cuerpo de la bomba: AISI 30 B
- Impulsor: Acero inoxidable
- Impulsor: DIN W.-Nr. 1.4301
- Impulsor: AISI 304
- Código do material: A
- Borracha: EPDM
- Código para a borracha: E



Instalación:

- Temperatura ambiente máxima: 55 °C
- Presión máxima de funcionamiento: 10 bar
- Presión máxima a temperatura indicada: 6 bar / 90 °C
- Presión máxima a temperatura indicada: 10 bar / 40 °C
- Código da ligación: R
- Entrada da bomba: Rp 1
- Descarga da bomba: Rp 1



Líquido:

- Líquido bombeado: Agua
- Gama de temperatura do líquido: -20 .. 90 °C

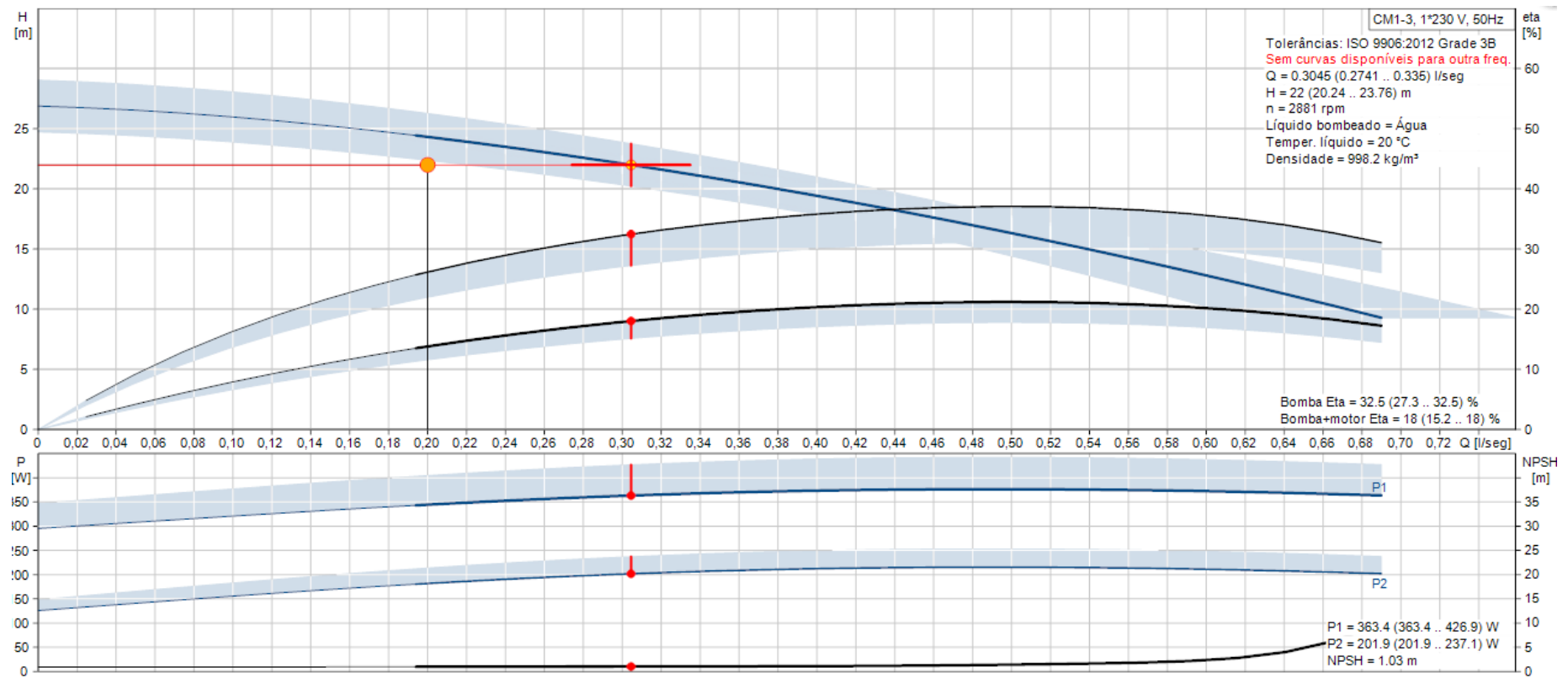
- Temperatura do líquido: 20 °C
- Densidad: 998.2 kg/m³
- Viscosidad cinemática: 1 mm²/segundo.

Cargas eléctricas:

- Tipo de motor: 71A
- Clase de eficiencia IE: NA
- Potencia nominal - P2: 0.3 kW
- Frecuencia da rede: 50 Hz
- Tensión nominal: 1 x 220-240 V
- Factor de servicio: 1
- Corriente nominal: 1,8-2,4 A
- Velocidad nominal: 2800-2830 rpm
- Clase de protección: (IEC 34-5): IP55
- Clase de aislamiento (IEC 85): F
- Protección del motor: TP211



Curva característica – Punto de funcionamiento:





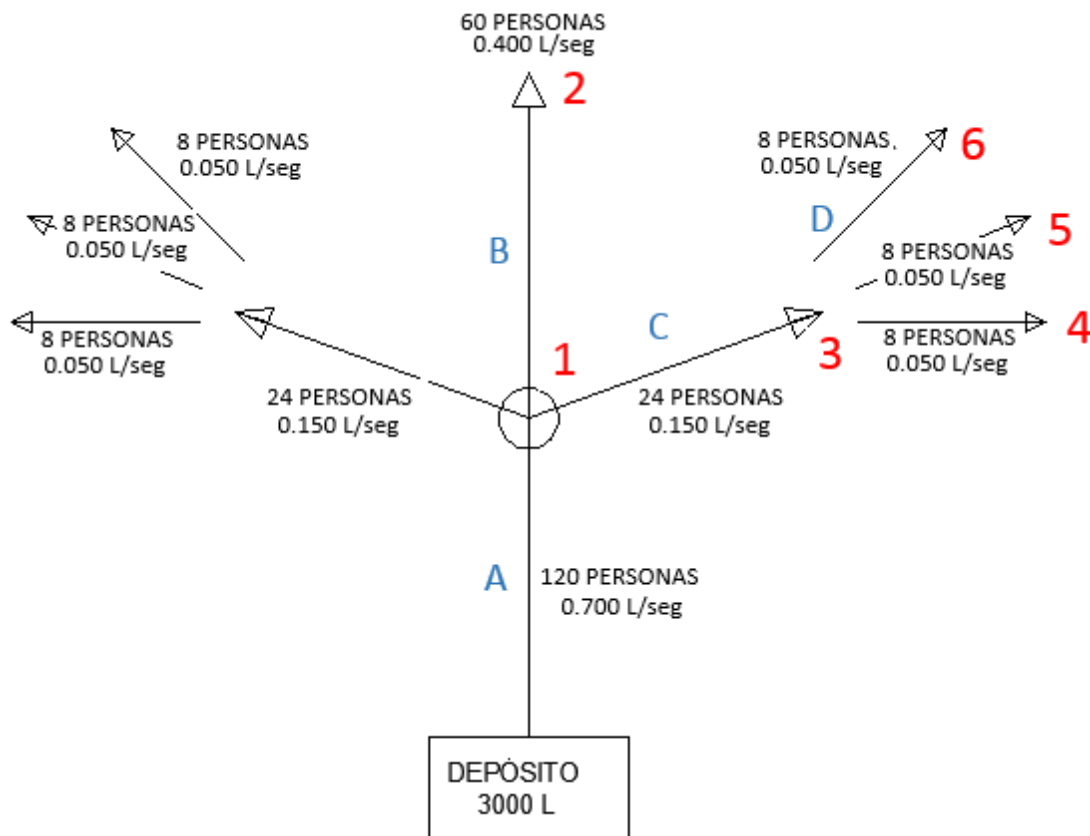
DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Partimos de un estado de reposo del agua dentro del depósito, una vez que se ha colocado en éste mediante su bombeo desde el pozo.

La capacidad del depósito son 3000 litros.

Vamos a dimensionar la red para la situación de demanda punta.

Croquis con los datos de dimensionamiento :



NEGRO : DATOS DEL CAUDAL DE DIMENSIONAMIENTO

AZUL : NOMENCLATURA DE LAS TUBERIAS DE LA RED

ROJO : NOMENCLATURA DE LOS NODOS DE LA RED

VERDE : DIÁMETRO INTERIOR DE LAS TUBERÍAS



Croquis de la red de abastecimiento propuesta para transportar agua desde el depósito en 3 ramales hacia las dos filas de módulos de habitaciones y otro ramal hacia el edificio de servicios.

La distribución consiste en un sistema de red abierto. El dimensionamiento se hace de acuerdo con los siguientes criterios :

- Se admitirá que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.
- La pérdida de carga en el ramal será determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
- Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste deberá ser considerado como un nudo más.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Como se muestra en la siguiente tabla, se obtiene un diámetro para cada tramo de la red de distribución en función del caudal que transporta.

En la última columna se muestra la comprobación para la verificación de la limitación de velocidades entre 1m/s y 3.5m/s.

Se dibuja en el croquis el grosor de los ramales en función del diámetro de la conducción en cada tramo.

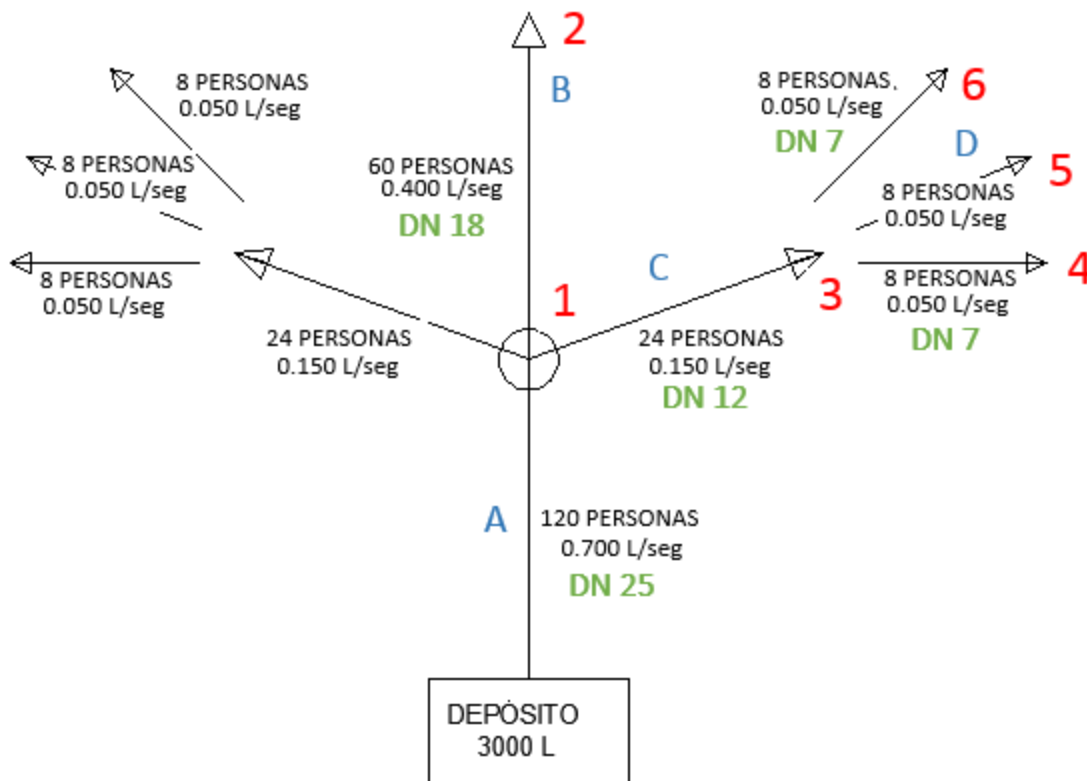


TUBERÍA	personas (nº)	Q unitario (l/s)	Q (l/s) diseño	Diam. (cm) para Vmin (1 m/s)	Diam.(cm) para Vmáx (3.5 m/s)	DN Interior (mm)	Vfinal (m/s)
A	108	0.700	0.70000	3.0	1.6	25	1.426
B	60	0.40	0.40000	2.3	1.2	18	1.572
C	24	0.15	0.15000	1.4	0.7	12	1.326
D	8	0.05	0.05000	0.8	0.4	6.5	1.507

TUBERÍA	Q(l/s)	DN (m)	L(m)	c	Δh(H-W) distribuídas	Δh Localizadas	ΔHtotal	
A	0.700	0.025	30.000	145	2.906	0.104	3.612	Δh B-1
B	0.400	0.018	30.000	145	5.107	0.126	6.280	Δh 1-2
C	0.150	0.012	20.000	145	3.990	0.090	4.895	Δh 1-3
D	0.050	0.007	10.000	145	5.167	0.116	6.340	Δh 3-4**

$$hf_{[m]} = 10,67 \cdot \left(\frac{Q_{[m^3/s]}}{C} \right)^{1,852} \frac{L_{[m]}}{D_{[m]}^{4,87}}$$

Pérdidas de carga generalizadas en las tuberías A, B, C y D según la fórmula de *Hazen - Williams* :



NEGRO : DATOS DEL CAUDAL DE DIMENSIONAMIENTO

AZUL : NOMENCLATURA DE LAS TUBERÍAS DE LA RED

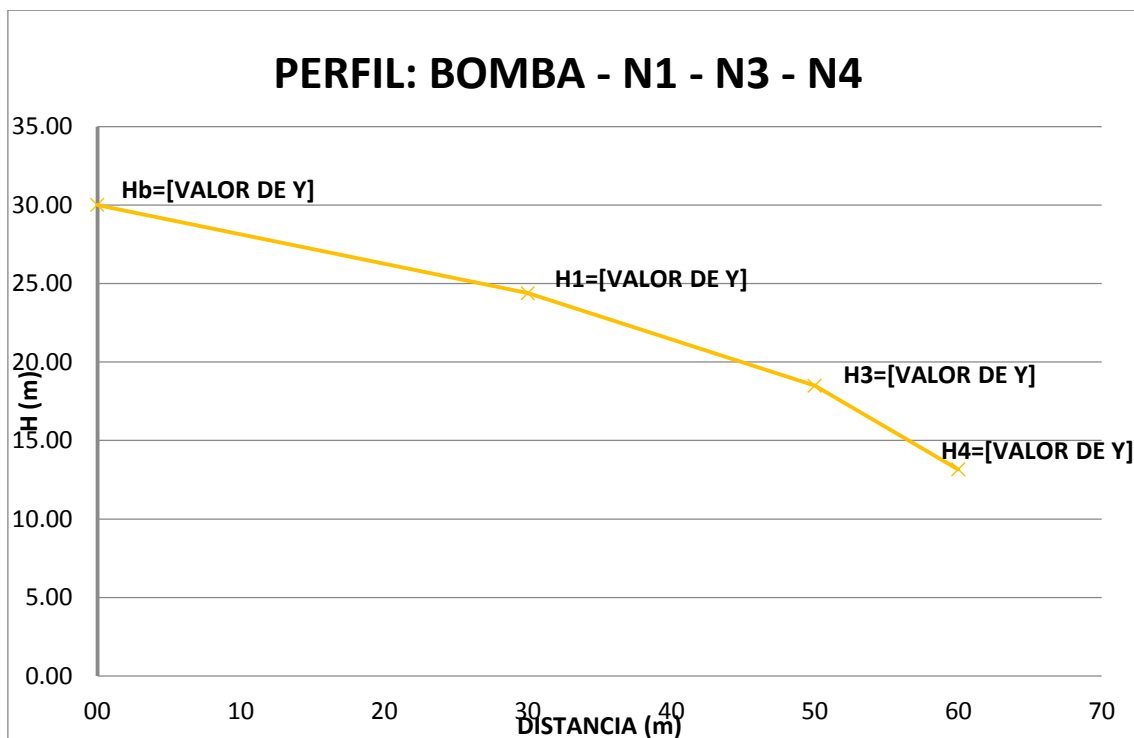
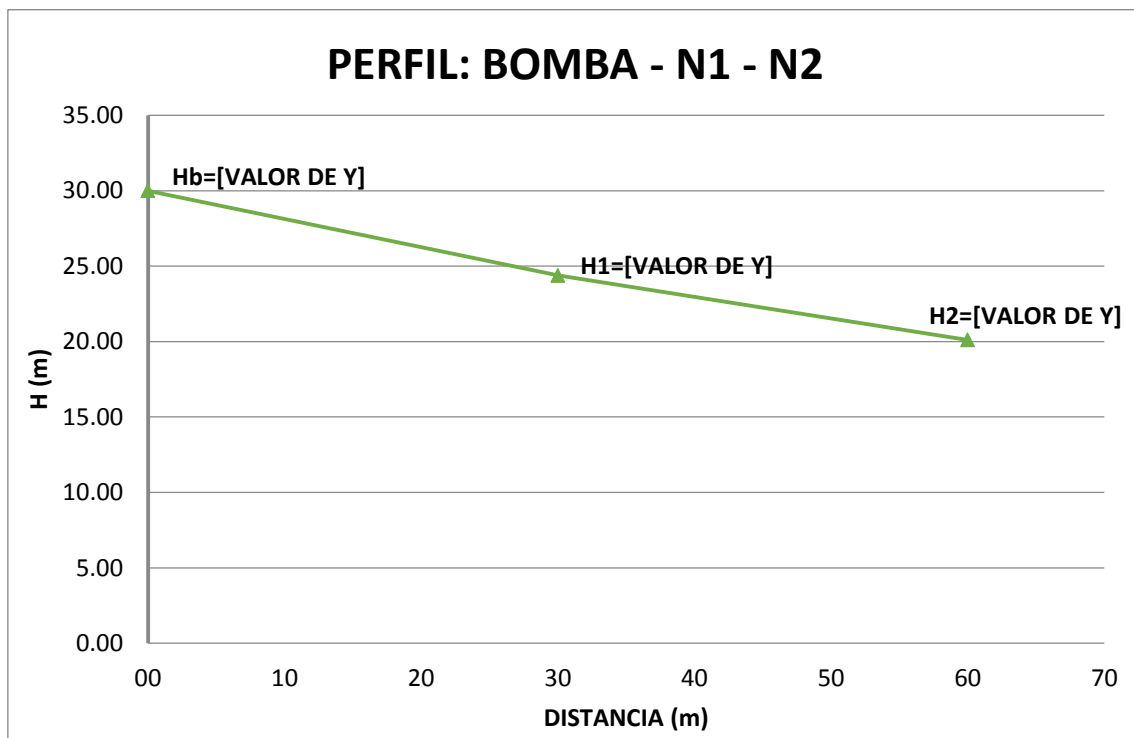
ROJO : NOMENCLATURA DE LOS NODOS DE LA RED

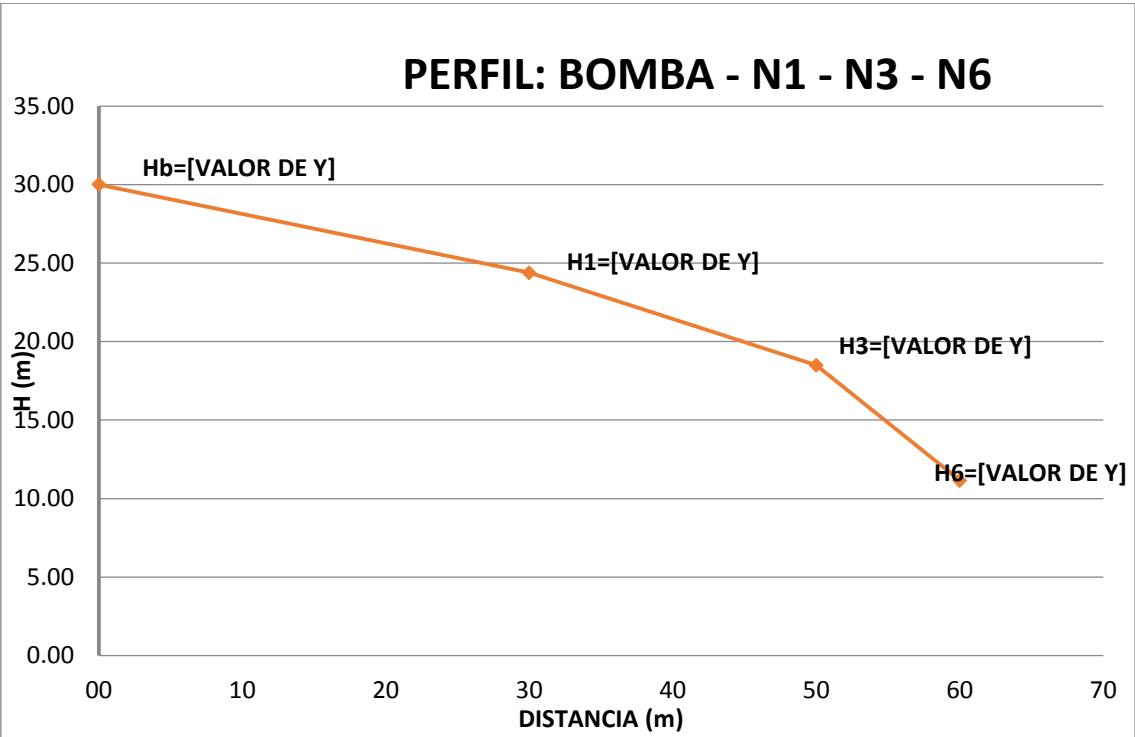
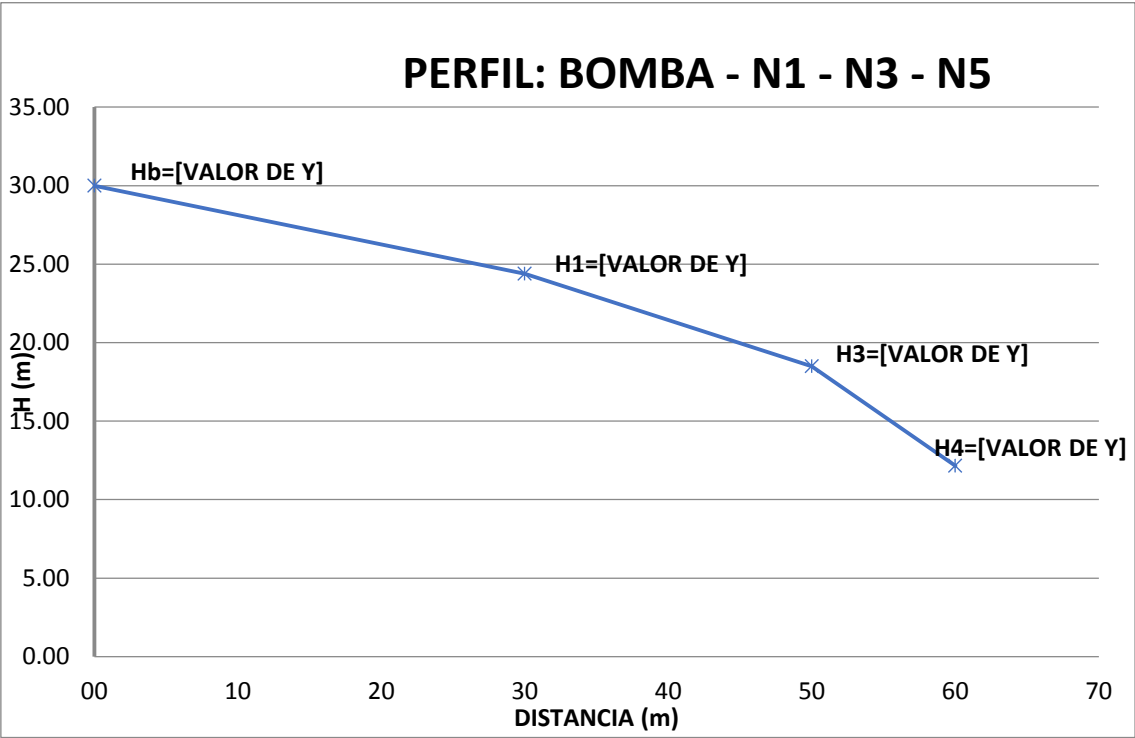
VERDE : DIÁMETRO INTERIOR DE LAS TUBERÍAS

La red que se dimensiona es simétrica respecto a las tuberías A y B, con lo que los caudales de demanda y el diámetro nominal de las tuberías 3, 4, 5 y 6 es el mismo a la derecha y a la izquierda de éstas.

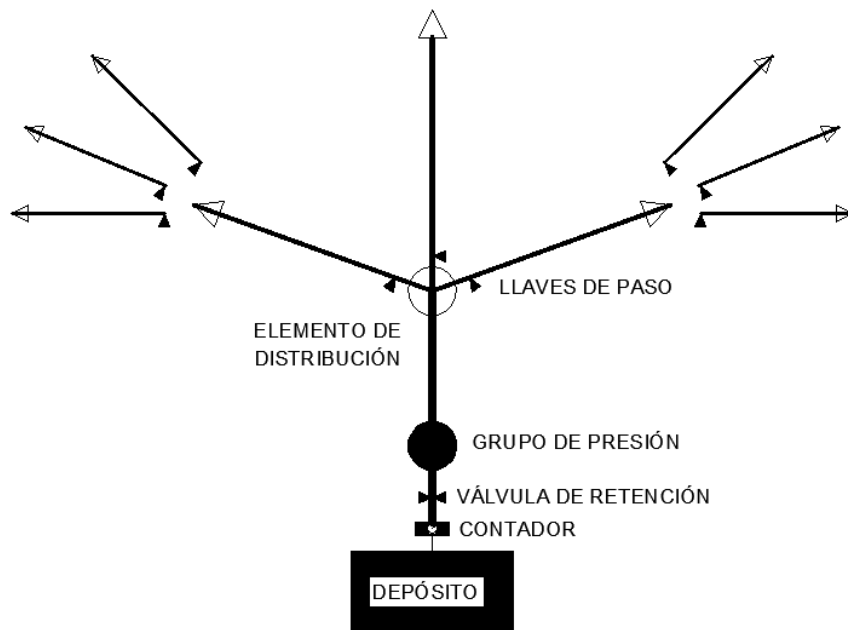
A continuación se muestra en las gráficas como se va reduciendo la presión a medida que avanzamos en el sentido longitudinal de las tuberías. En ningún caso la presión es mayor de 30 m.c.a ni menor de 10 m.c.a por lo que damos por correcto el dimensionamiento de la red planteada.

(La velocidad ya se había limitado en el dimensionamiento a velocidades entre 0.5 y 2.5 m/s, adoptando velocidades próximas a 1.5 m/s).





Otras características de la red de distribución:



La red de distribución del agua de abastecimiento para el consumo en el orfanato contará además de las tuberías y el depósito ya dimensionados con las correspondientes elementos de una red de distribución como son los siguientes :

Válvulas de retención y contador, para además de permitir el paso del agua desde el depósito conocer mediante el contador el suministro real de agua que se está efectuando.

Las llaves de paso permitirán cortar el paso del agua por cualquiera de las tuberías de la red en el caso de que exista alguna avería.

ANEJO 5. DISEÑO SANITARIO

1. INTRODUCCIÓN

En esta apartado nos dispondremos a definir el sistema de saneamiento de aguas residuales de nuestra edificación. Siendo este capítulo muy importante, ya que su mal diseño y uso puede hacer que se convierta en un canal idóneo para la distribución de enfermedades.

Nuestro sistema de saneamiento consistirá en un conjunto de letrinas situadas en los baños, que mediante una canalización subterránea y un aporte de agua sobre las letrinas, se conducirán las aguas residuales a un pozo séptico situado en el exterior de la propia edificación, evitando posibles problemas que podría causar esta.

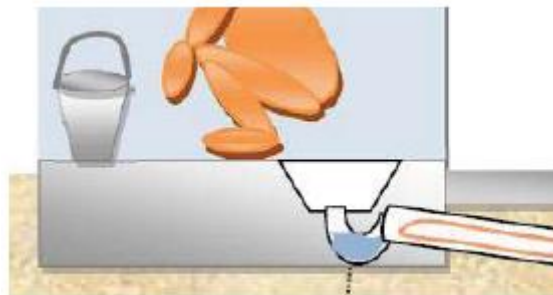
2. LETRINAS

Hay una gran variedad de letrinas, trinchera, elevadas, portátiles, de fosa o pozo simple, mejorada y ventilada, y la elegida por nosotros → LETRINA DE AGUA.

Descripción del método:

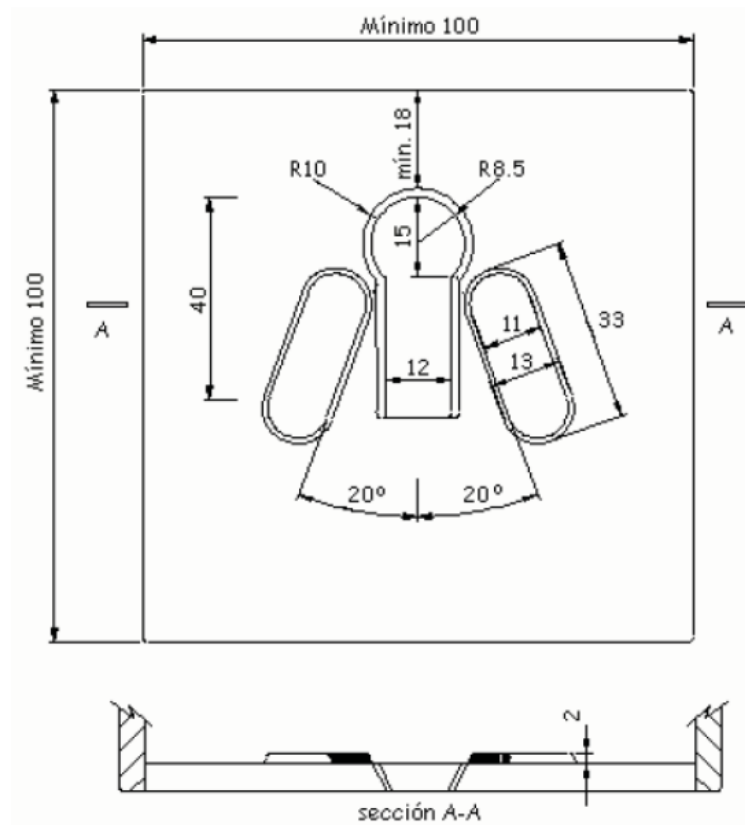
La letrina de agua utiliza agua para enjuagar y transportar las excretas por una tubería a una fosa séptica, combinado con un pozo de infiltración. Los diferentes tipos de inodoros que funcionan con agua se diferencian por la cantidad de agua que utilizan, o por el diseño de la taza, esto lo concretaremos más adelante. Todos tendrán un cierre hidráulico o sifón que deja curva en la conducción llena de agua después de enjuagar (como vemos en la imagen) , bloqueando así la entrada de malos olores desde la fosa a la letrina.

El agua deberá estar permanentemente accesible en la letrina para evitar que se tapone el cierre hidráulico.



Diseño de las letrinas:

Construiremos un total de 10 letrinas en la habitación de los baños. Estas serán del tipo que definiremos a continuación:



Estarán construidas como hemos mencionado anteriormente a una distancia considerable para evitar problemas con la fosa, siendo así los tubos de longitudes considerables.

Siendo esta la planta y perfil de la parte superior de la letrina, siendo la base de esta de hormigón. Y la parte superficial de la letrina serán plataformas sanitarias prefabricadas.

El cierre hidráulico o sifón será de 90 mm, que requerirá una cantidad de agua de 3l Con lo que nuestros cubos para echar a la letrina tendrán una capacidad de 5litros para que siempre se eche más cantidad de agua de la necesaria, evitando así la no evacuación correcta de todos los excrementos.

Los tubos que transportarán el agua residual de las letrinas a la fosa séptica ira a través de un tubo por cada letrina, es decir 10 tubos de PVC de 8,5cm de diámetro, que se unirán subterráneamente para formar un único tubo de 80cm de diámetro aproximadamente. Este tubo irá directamente a la fosa séptica.

La unión de los tubos al tubo de mayor diámetro se conseguirá utilizando codos de este estilo:



3. FOSA SÉPTICA

Descripción del método:

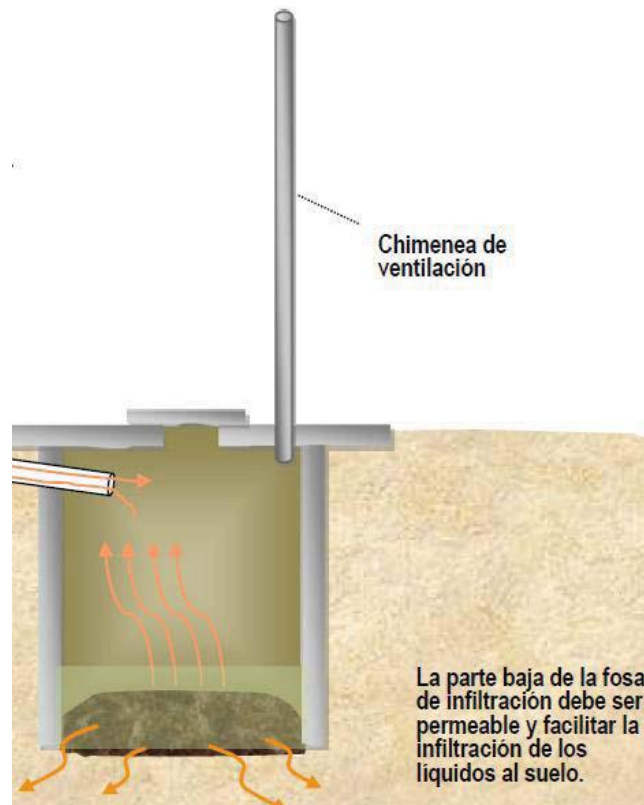
Ante la ausencia de alcantarillado, se utiliza tanques o fosas sépticas como en el presente proyecto. La fosa séptica es un tanque hermético, subterráneo, con varias cámaras internas interconectadas, que facilitan la separación de espumas y partículas flotantes así como de materia más pesada que el agua (por sedimentación). La compactación por gravedad y bacterias anaeróbicas actúan en los tanques sobre este lodo sedimentado, y convirtiendo las excretas en gas (metano), sólidos (lodos compactados) y líquidos (efluentes de la fosa).

Este proceso de unos 3 días (tiempo de retención en la fosa) es considerado un pre-tratamiento natural, in situ, efectivo y usado por su sencillez. Al salir al final de la fosa los efluentes deben tener la posibilidad de oxidarse, en contacto con aire, para que las bacterias aeróbicas eliminen la carga de las bacterias anaeróbicas y terminen el proceso de eliminación de patógenos. Después el efluente puede ser infiltrado al terreno a través de un campo o un pozo de infiltración. Los lodos acumulados en la fosa, deben ser retirados cuando quiten demasiado volumen y en consecuencia el líquido en la fosa y el tiempo de retención disminuyan. En el mejor de los casos, para esta limpieza de la fosa se utilizarán camiones cisterna de vacío (únicamente si tendríamos la disponibilidad de utilizar uno de estos).

Además colocaremos una chimenea de ventilación en la fosa séptica, como hemos dicho antes para que el olor de la fosa séptica enterrada no suba por los conductos de PVC y llegue al baño, intoxicando al final a todo el orfanato con este olor.

El tubo de ventilación deberá cubrirse con un trozo de tela de mosquitera (1,2 a 1,5 mm de abertura, resistente, mejor en aluminio o acero inoxidable) para evitar que las moscas entren y atrapar las que traten de salir. Este será como los anteriormente descritos, de PVC.

A continuación mostramos un esquema aproximado de la fosa séptica:



Procesos y pasos en la práctica:

Elegiremos una ubicación adecuada y un terreno firme y sin peligro de inundación. Por falta de datos del suelo no detallaremos la situación exacta de esta. La excavación y la construcción de las paredes se realizarán sobre una solera de hormigón armado de 15cm con bloques o fundido en hormigón armado de 1,5m de altura. Revestir las paredes con mortero y sellarlas herméticamente.

Cerraremos herméticamente la fosa a nivel del suelo con planchas de hormigón armado con compuertas para el mantenimiento y tubo de ventilación. Antes de rellenar el terreno, llenar el tanque con agua y comprobar las posibles fugas.

ANEJO 6. INSTALACIONES

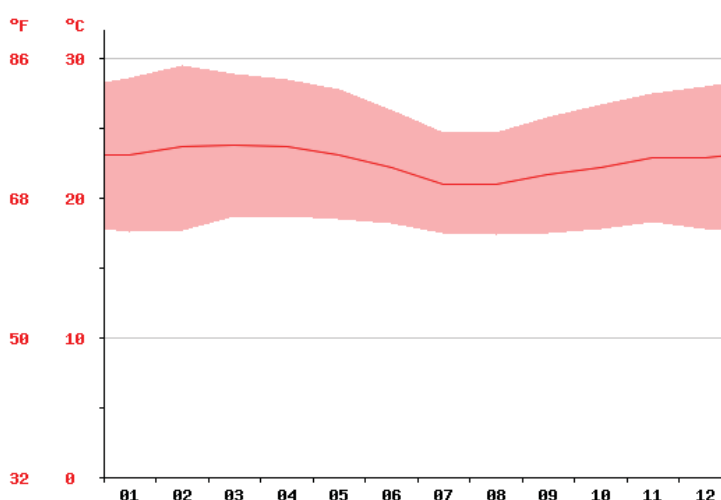
1. INTRODUCCIÓN

En un primer momento barajamos la posibilidad de obtención de electricidad mediante tres fuentes distintas, eólicas, hidráulicas y fotovoltaicas.

La eólica la descartamos desde un principio debido que a la situación geográfica donde nos encontramos, los vientos son ascensionales durante 6 meses del año y horizontales durante los siguientes 6 meses. Con lo que esta primera opción no nos saldría rentable ya que necesitaríamos molinos verticales para aprovechar la energía en una época y horizontales para la otra.

En cuanto a la hidráulica no tenemos en las proximidades ningún río con importantes saltos de cota suficientes para la obtención de la energía necesaria. Con lo que también la rechazamos.

Por ultimo tenemos la energía fotovoltaica. Un sistema fotovoltaico autónomo o conectado a la red , esto será lo que nos ocupara este estudio , si no sale más rentable económicamente instalar toda la potencia mediante placas solares o instalar solo un porcentaje.. Ya que como podemos ver en la siguiente imagen las temperaturas en esta zona geográfica son prácticamente constantes durante todo el año, por lo que nos proporcionaría energía durante todo el año. Esta alternativa es la que vamos a estudiar con detenimiento, con sus debidos cálculos a continuación.



Además de esta fuente de energía hemos pensado en una posible alternativa, en el caso de que no consiguiéramos la obtención de las placas fotovoltaicas, por el motivo que sea, o en el caso de que si pero queramos en algún momento puntual un extra de energía, como por ejemplo iluminación extra debido a la inauguración del orfanato, cualquier fiesta que queramos hacer o por el motivo que sea. Esta fuente de energía denominada Motor Stirling es un simple motor que se fabricaría de forma manual y cuyo objetivo es focalizar un punto de sol en un punto del motor para la obtención de energía. Todo esto también lo detallaremos más adelante. Ya que este proyecto se basa en el cuidado de muchos niños tenemos una gran responsabilidad y hay que garantizar que la enfermería y la farmacia estén siempre disponibles. Por ello dispondremos de un generador eléctrico de emergencia, para en el caso de que nuestra línea de electricidad falle o cualquier otro percance con esta, tengamos unas garantías de que los servicios básicos siempre estén en funcionamiento.

2. POTENCIA MÁXIMA

Lo primero que debemos calcular para el diseño de nuestra planta fotovoltaica es la potencia máxima que nuestro orfanato requerirá. Para posteriormente hacer un balance y elegir de cuanta potencia será nuestra planta fotovoltaica y cuanta potencia necesitaremos coger de la red eléctrica publica si hiciera falta viendo nuestra rentabilidad. Todo esto lo iremos detallando a continuación.

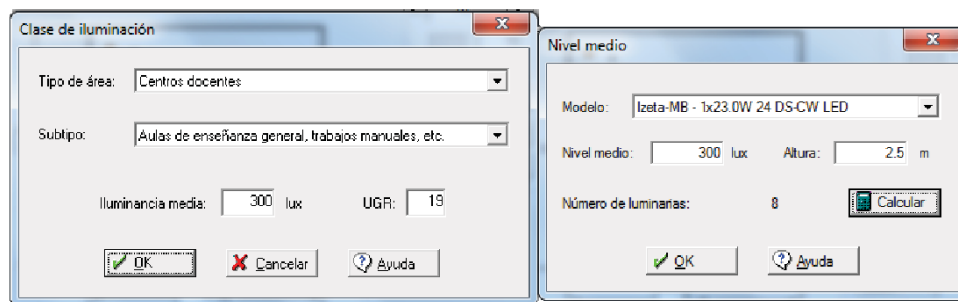
Comenzaremos detallando la iluminación de nuestro orfanato:

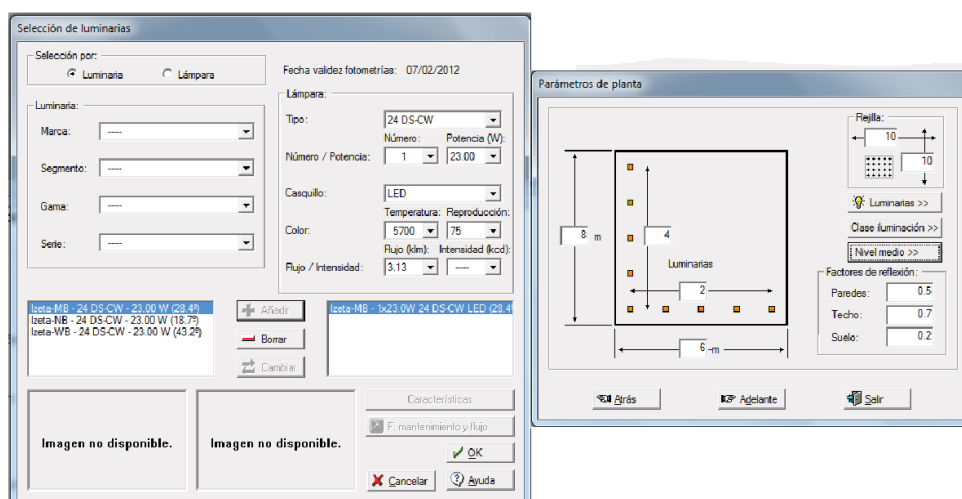
- Iluminación Interior:

Para la iluminación interior hemos optado por una opción de bajo consumo. Hemos elegido el mismo tipo de luminaria para todas las habitaciones interiores. Este tipo de luminaria es el siguiente, Modelo Izeta-MB 23W 24DS-CW LED, y es el que menos consumo nos producía en relación al número de luminarias a instalar, lo que será posible una anterior rentabilización de nuestra inversión. Comencemos con las aulas docentes. En primer lugar describiremos como utilizando el programa de alumbrado INDALUX conseguimos obtener el número de “lux” necesarios en nuestras distintas aulas, en función de su magnitud y de su uso.

Aula Pequeños:

En primer lugar definimos nuestra aula. En este caso 6 x 8m y después indicamos el uso de esta. En este caso Centro Docente, Trabajo Manual y enseñanza general como vemos en la imagen. La altura de las luminarias la situaremos a 2,5 m , aunque las aulas tengan 3m bajaremos estas 0,5m para obtener mayor luminosidad con menor potencia. A continuación nos recomienda el programa en función del uso un numero de lux , en este caso 300lux. Con lo que directamente el programa nos calcula el número de luminarias necesarias a instalar en nuestra aula para obtener una iluminación de 300lux y nos las posiciona. En nuestro caso como vemos en la imagen necesitamos 8 luminarias colocadas en dos hileras de 4 longitudinalmente al lado más largo del aula.





En resumen, el aula de pequeños necesitara 8 luminarias de 23W de potencia cada una. A continuación mostraremos una tabla con todas las aulas interiores, el número de lux necesarios y el número luminarias correspondientes, ya que todas ellas tendrán la misma potencia, 23W:

Uso	Lux	Numero de luminarias
Aula Pequeños	300	8
Aula Mayores	500	11
Sala Juegos	300	8
Comedor	300	18
Cocina	400	8
Oficina	500	5
Atencion familias	400	4
Lavadora	150	1
Almacen ropa	150	1
Cada Dormitorio	200	5
Baño	150	5
Almacen	100	1
Dormitorio Cuidadora	200	2
Dormitorio Vigilante	200	2
Enfermeria	500	5
Farmacia	400	2
Dormitorio Cuarentena	300	5

Iluminación Exterior:

Ahora abordaremos la iluminación exterior, diferenciando en la zona del patio interior y la zona del patio o terreno exterior. Estando la altura de las luminarias en la primera a 3 metros y necesitando 30 lux mientras que en la segunda en farolas de aproximadamente 4m y necesitaremos 15 lux. Siendo el tipo de luminaria la misma en las dos: ELEMENT LED-CW-350 36W. Por lo que calculando el área de las dos zonas, nos da un total de 11 para la primera zona con una distribución equidistante por el perímetro interior del patio, y para la segunda zona un total de 12 luminarias, colocadas en hileras de 3 bordeando el orfanato formando un cuadrado (cada lado 3 luminarias).

Patio Interior	30 lux	11 luminarias
Perímetro Exterior	15 lux	12 luminarias

Elementos Singulares:

En este apartado definiremos todos los aparatos eléctricos para el buen funcionamiento de nuestro orfanato, indicando además su potencia necesaria.

Ordenador de la Oficina	200W
Conjunto de lavadoras	2.200W
Frigorífico medicinas	200W
Televisión	150W
Bomba de agua	1.000W
Plancha	1.000W
Taladro	600W
Impresora	400W
Lavavajillas	2.000W
Arcón frigorífico comida	2.000W
Enchufes varios	3.000W

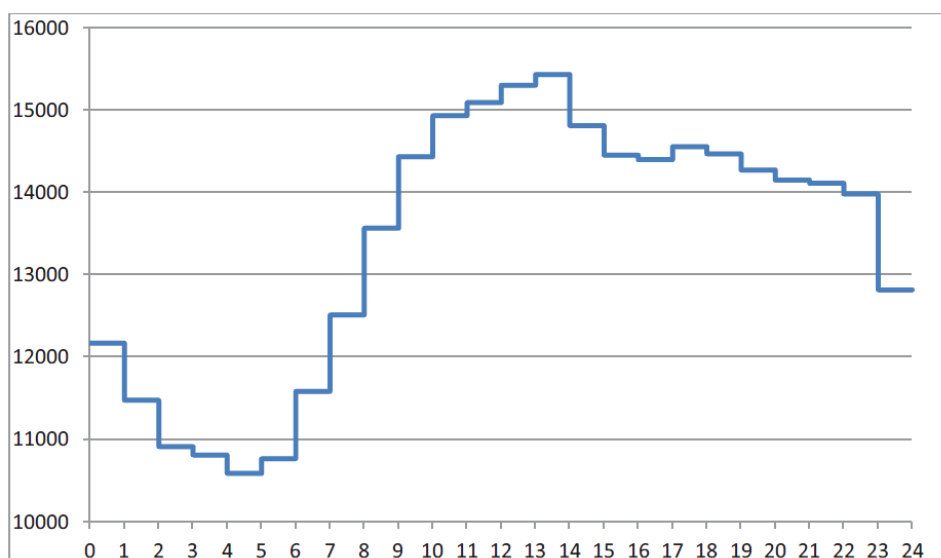
A detallar, que se cocinara mediante gas, no eléctricamente, a no ser que se requiera de la plancha para determinadas comidas. Además el calentamiento del agua será mediante el propio calor del sol, colocando un circuito de forma serpenteada en una zona donde le dé directamente el sol, sin ninguna sombra. Los enchufes varios estarán situados por todo el orfanato para la posibilidad de enchufar cualquier tipo de máquina que requiera electricidad. Potencia máxima que necesitaremos para satisfacer todas las necesidades de nuestro orfanato:

Teniendo 91 bombillas de 23W y 23 de 36 , sumando además los elementos singulares:

$$\text{Potencia máxima} = (91 \times 23W) + (23 \times 36W) + (5.575W) = 15.671 \text{ W} = 15,671 \text{ KW.}$$

Esta será la potencia máxima a instalar en nuestro orfanato, pero para saber el consumo esperado , ya que lógicamente no van a estar todos los equipos conectados a la vez y además durante todo el día , y es imposible saber el consumo exacto ,nos basaremos en las gráficas de demanda de energía diaria de España que nos proporciona la página web Red Eléctrica de España y la interpolaremos a nuestra potencia. Podemos apreciar tres graficas distintas (demanda real ,prevista y programada), nosotros nos quedaremos con esta última , y la pasaremos a nuestra escala.

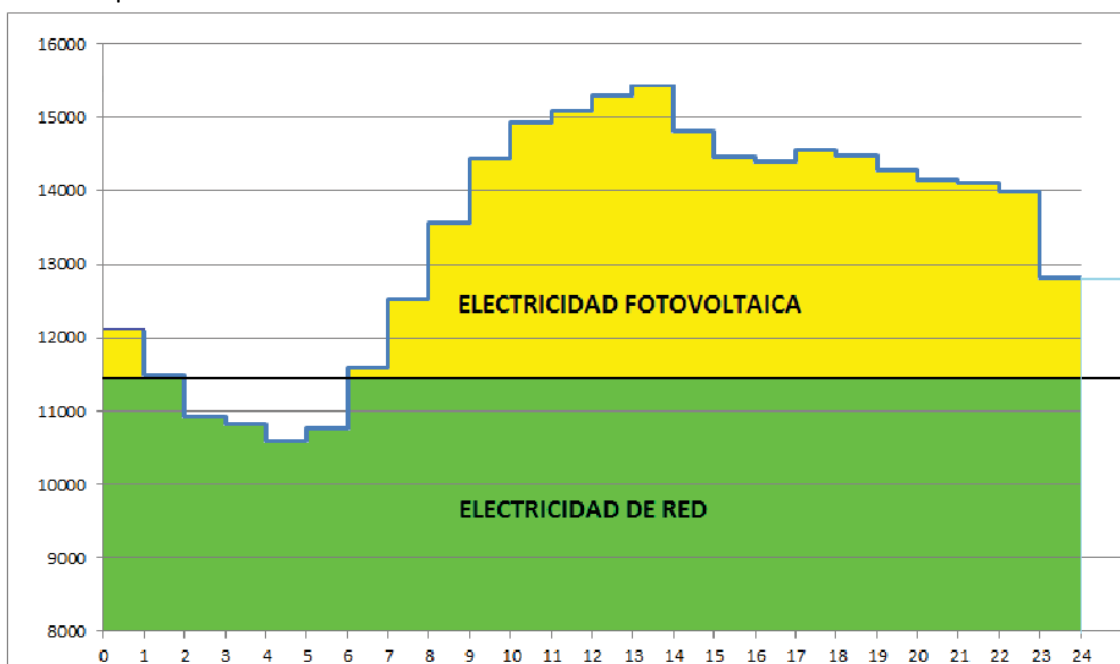
Aquí la vemos representada ya a escala, siendo el eje de ordenadas la potencia en Wattios y el eje de a abscisas horas del día.



Podemos apreciar una caída considerable de demanda de potencia entre las 11 de la noche y 8 de la mañana. Para calcular la demanda no de potencia (W) sino de energía (Wh) , wattios hora,Núnicamente tendremos que multiplicar la potencia por el tiempo que se está usando esta. Es decir, el área que queda debajo de la gráfica. Nos da un total de 322.369Wh/día = 322,369 KWh/día

3. SISTEMA ENERGÉTICO

Estudiaremos la potencia a instalar de la planta fotovoltaica, siendo esquemáticamente nuestra aportación de electricidad de esta forma:





Cálculo:

Para determinar la potencia a instalar mediante placas fotovoltaicas, instalaremos una potencia tal que la inversión inicial de la instalación completa de estas se nos rentabilice en un plazo de 25 años teniendo en cuenta un precio de la electricidad a pagar en caso de utilizar la red pública de 0,11€ KWh.

Para el cálculo del presupuesto de las placas solares se estudiara mediante los datos que nos proporciona el programa RETScreen , aunque se prevee que el coste de estos va a ser mucho menor. Nos posicionamos del lado de la seguridad suponiendo mayores los costes. Pero a la hora de realizar el cuadro de presupuestos utilizaremos el precio más ajustado.

Lo primero de todo, para hacernos una idea de las magnitudes de dinero, calcularemos el precio que nos costaría obtener toda la cantidad de electricidad de forma directa de la red, o mediante la planta fotovoltaica.

Únicamente Red:

Teniendo una demanda de energía diaria de 332,369 KWh/día, un precio de la electricidad de 0,11€/KWh , y teniendo en cuenta que nuestro proyecto está a vista de 25años , nos sale una cantidad económica de :

$$33,369 \times 365 \times 25 \times 0,11 = 333.615,38 \text{ €}$$

Únicamente Planta:

Metiendo nuestra demanda diaria de energía al programa de cálculo de paneles fotovoltaicos RETScreen :

Demanda de electricidad - diaria - CC	kWh	0,360	0,000
Demanda de electricidad - diaria - CA	kWh	0,000	332,369

Siendo toda nuestra demanda en corriente alterna como apreciamos.

Fotovoltaico			
Tipo	mono-Si		
Capacidad de generación eléctrica	kW	125,35	€ 1.253.500
Fabricante	Solar World		
Modelo	mono-Si - SW230	545 unidad(es)	
Eficiencia	%	13,7%	
Temperatura normal de operación de las celdas	°C	45	
Coefficiente de temperatura	% / °C	0,40%	
Área del colector solar	m²	913,6	
Método de control	Engrapado		
Pérdidas varias	%	7,0%	
Resumen			
Factor de utilización	%	16,3%	
Electricidad entregada a la carga	MWh	121,29	100,0%

Vemos que necesitaríamos 545 paneles solares del modelo que vemos en la tabla, que será el que utilizaremos todo el rato en los cálculos debido a su buen precio en relación a su potencia. Y nos sale un presupuesto de 1.253.500 €, una inversión inicial totalmente inalcanzable, por lo que comprobamos que necesitamos de una obtención suplementaria de

electricidad mediante la red pública. Para determinar que potencia será la adecuada a instalar para que sea amortizada en 25 años utilizaremos esta ecuación:

$$0,11 \text{ (€/KWh)} \times E \text{ (KWh/día)} \times 9.125 \text{ (día)} = I \text{ (€)}$$

Siendo;

0,11 = el precio del KWh

E = La cantidad de energía que nos producirá esa instalación fotovoltaica que se rentabilice a los 25 años.

9.125 = días que tiene 25 años

I = inversión necesaria para instalar dicha instalación fotovoltaica.

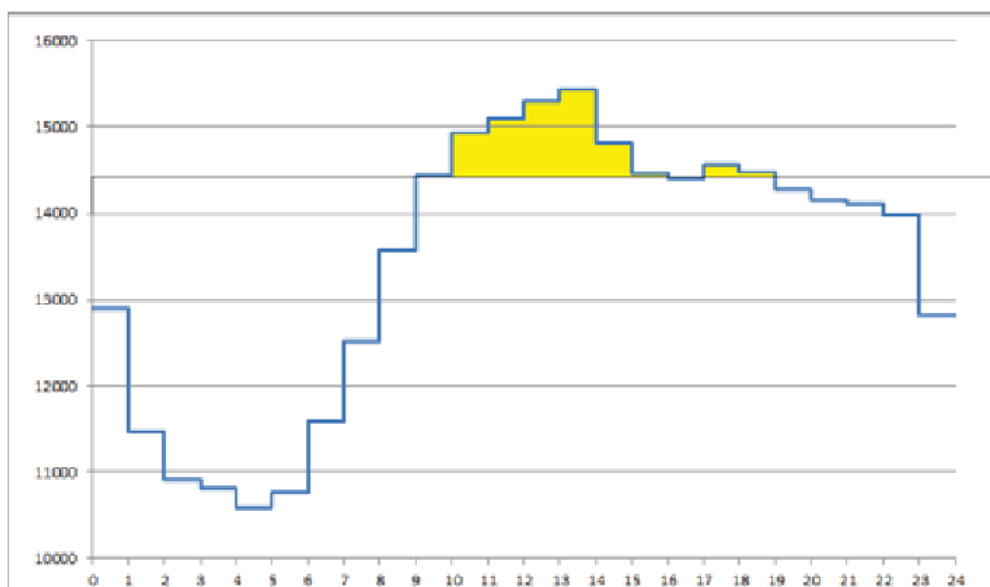
Teniendo una ecuación y dos incógnitas, así que tendremos que buscar una relación entre la inversión y la energía producida:

Ya que no existe una relación directa entre nuestra inversión y la energía que produce esa inversión ya que la curva de demanda de potencia es variable durante el día, tendremos que utilizar un método aproximado. Realizaremos la gráfica relacionada entre Inversión y la energía. Aproximando esta grafica exacta a una recta.

Obtendremos la ecuación de esta recta aproximada y podremos sustituir en nuestra primera ecuación la inversión por la energía, o viceversa, resolviendo esta. La inversión la podemos calcular por una recta ascendente, ya que a más potencia necesitaremos más paneles (que es el elemento más caro del sistema). Y la potencia la podremos relacionar con la energía gracias a la gráfica de la demanda diaria que antes hemos descrito, y la aproximaremos a una recta también.

Comenzaremos realizando la gráfica P-I:

Primer punto 1 KW de potencia:



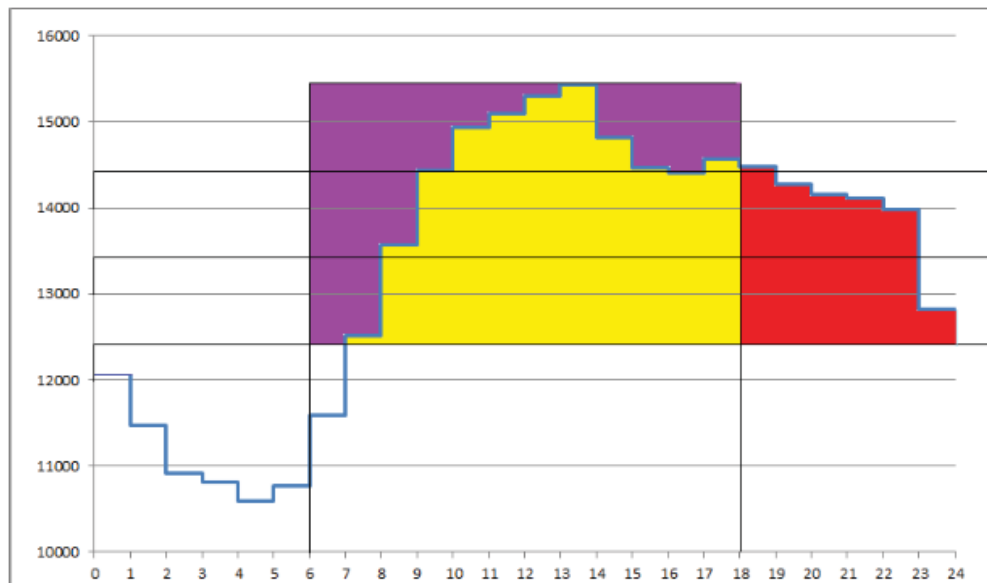
Produciendo una cantidad de energía diaria de 3.584 Wh/día, el área coloreada en la gráfica anterior. El programa nos proporciona dos precios, uno el de los paneles y por otro lado el de las baterías necesarias. Consideraremos únicamente para hacer una primera aproximación el de estos, ya que suponen prácticamente la totalidad del precio.

Metiendo esta demanda al programa nos salen un total de 6 paneles solares y un precio de estos de 13.800 €. En cuanto a las baterías, teniendo en cuenta que donde nos ubicamos amanece a las 6a.m. y a la puesta de sol es a las 6p.m. , teniendo 12 horas de luz durante todo el año aproximadamente necesitaremos unas de tal capacidad de almacenaje tal que:

$$3.584(\text{Wh/día}) / 24\text{V} = 1,45 \text{ Ah}$$

Ya que tendremos una instalación de 24 Voltios de tensión y Ah serán Amperios hora (unidad de almacenaje. Vemos que el resultado es prácticamente cero. Ya que poniendo a nuestro sistema 1KW de potencia, únicamente necesitaríamos utilizar las baterías entre las 6 y 7 p.m que como vemos en la gráfica es prácticamente nula .Por lo que el precio de estas son despreciables.

Con las siguientes potencias únicamente será bajar la horizontal y rellenar el cuadro. A continuación mostramos un esquema de uso de las baterías , ya que con el de 1KW no nos servía:



Siendo la zona coloreada de amarillo energía directamente obtenida de las placas solares y transmitida al consumo. La zona morada representa la carga de las baterías. Y la zona roja representa la descarga de las baterías, es decir , el consumo de electricidad por medio de estas.

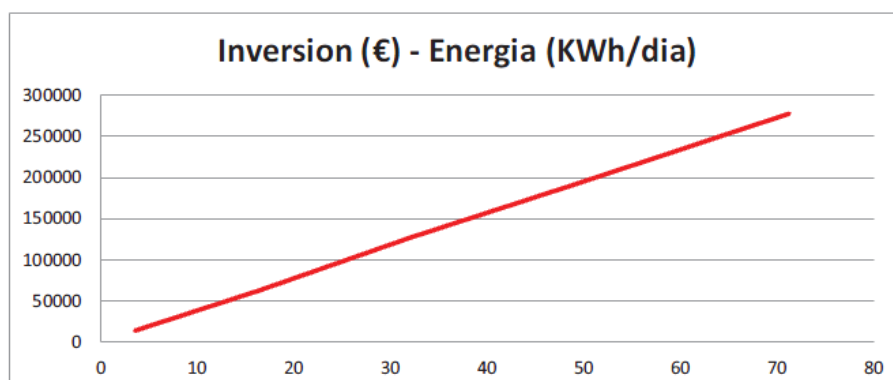
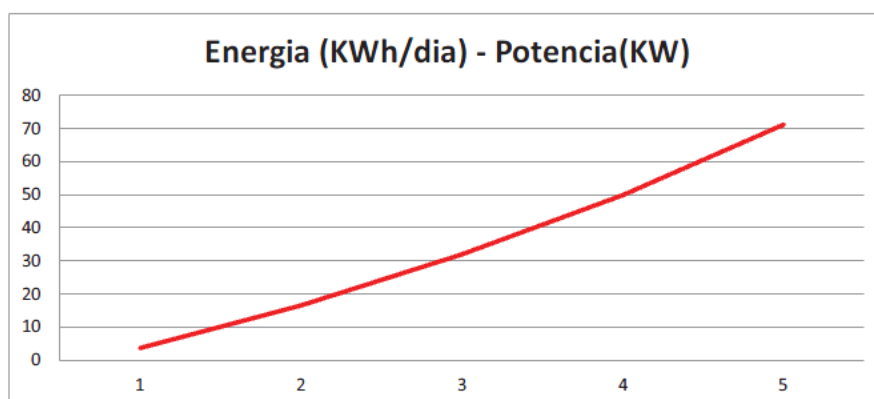
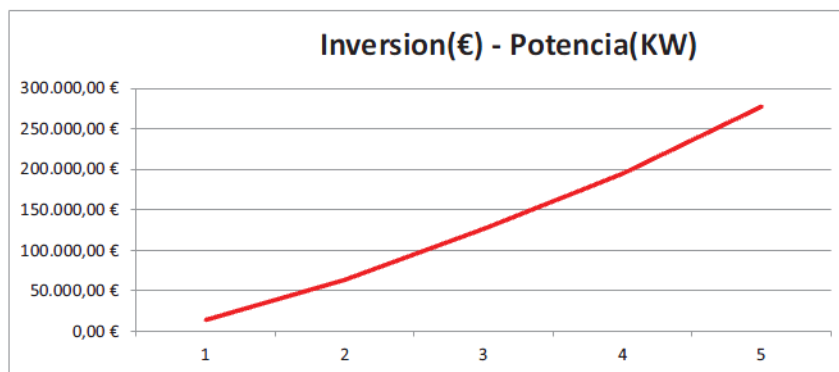
Cabe destacar que el área de la zona morada tendrá que ser siempre mayor o por lo menos igual que la zona roja. El dimensionamiento de la capacidad de descarga de las baterías se hará en el 50%. Es decir, cada día se descargará como máximo el 50% de su capacidad de almacenaje , ya que sino su vida se verá muy reducida.

A continuación mostraremos una tabla con los resultados de la energía producida y el precio total de la instalación desglosado en paneles y en baterías.

2KW 16.463 Wh/día 27 paneles 133,3Ah 62.100 € + 1.300€ = 63.400 €
3KW 31.925Wh/día 53paneles 357,6Ah 123.900 € + 2.646 € = 126.546€

4KW 249.857Wh/dis 282 paneles 2638,3Ah 190.600€ + 4.330 € = 194.900€
5KW 71.204 Wh/día 117paneles 1.029,6Ah 271.100€ + 6.678€ = 277.778€
A partir de aquí el aumento de la demanda sería lineal.

La gráfica tiene esta forma, siendo el eje de ordenadas la inversión (€) y el eje de abscisas la energía (Wh):



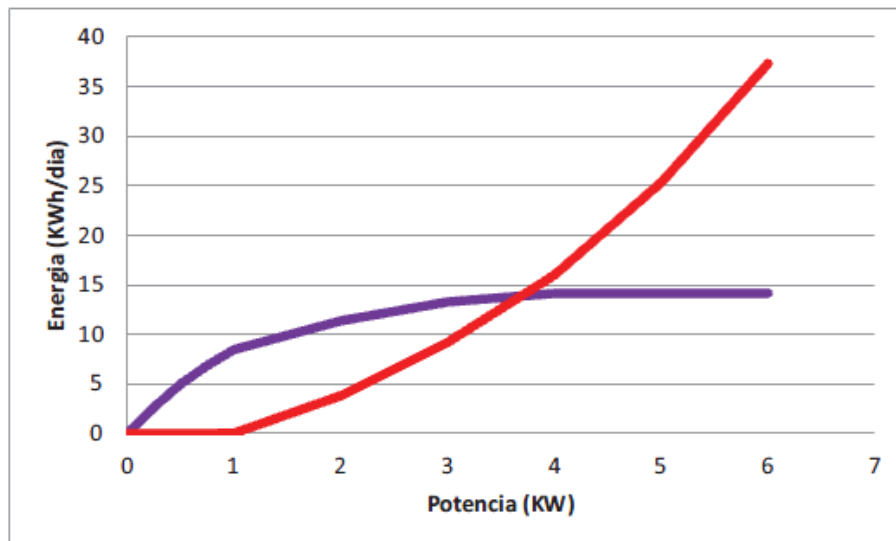
Metiendo nuestros datos de las gráficas en la ecuación descrita anteriormente, nos damos cuenta de que nuestra rentabilización de la inversión es prácticamente independiente de la potencia a instalar (dentro de la magnitud de nuestro caso). Siendo las gráficas prácticamente

las tres lineales y con pendientes parecidas. Saliéndonos una rentabilización de entre los 94 y 98 años aproximadamente, con lo que no podemos decidir de una manera eficaz que potencia instalar.

Para esta decisión vamos a realizar otra puntualización:

Cualquier sistema fotovoltaico produce energía únicamente las horas de sol, almacenando la energía sobrante en cada momento en las baterías para el posterior uso de esta electricidad en las horas sin sol. Por lo que vamos a decidir la potencia de nuestra instalación como la potencia en la que nuestra energía almacenada en las baterías este compensada con la energía demandada en las horas de no sol. Así , no desaprovecharemos nada de la energía estableciendo un sistema de aporte de electricidad constante y viable.

Ya que nuestra grafica de demanda no la podemos definir con una ecuación al ser esta escalonada, a base de iteraciones e igualando áreas llegaremos a la respuesta exacta. Representaremos las dos gráficas, la de la carga (morada) y la de la descarga(roja) , donde se intersecten será el punto exacto.



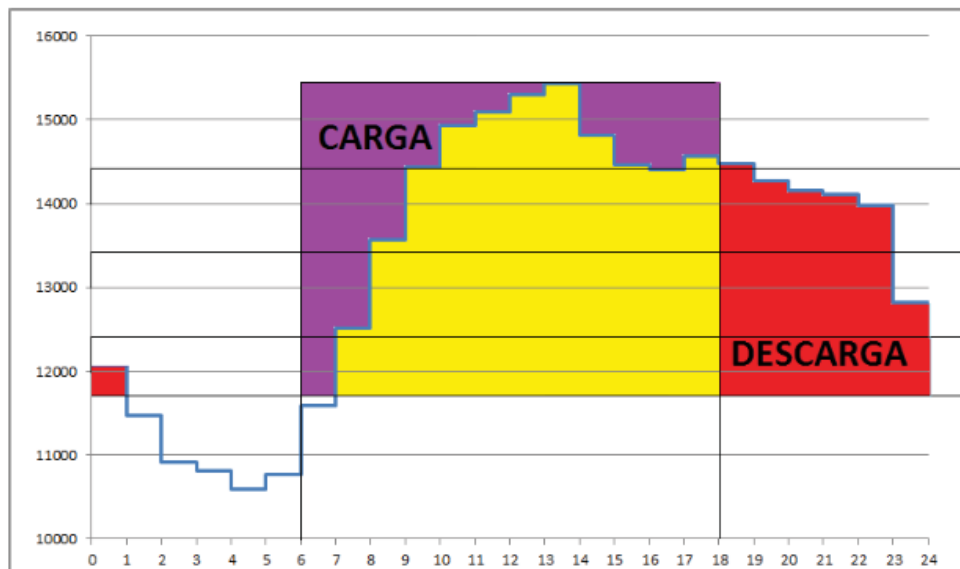
Datos a destacar:

La curva de carga a partir de la potencia de 3,849 KW se mantendrá constante en un valor de 14,125 KWh/día.

La curva de descarga tendrá un valor de cero hasta una potencia de 0,965 KW, a partir de donde crecerá exponencialmente, hasta intersectar con la de carga.

Siendo el punto de intersección el (3,72 - 13,98). Es decir, instalaremos una potencia de 3,72KW a nuestra planta fotovoltaica, siendo la energía de descarga diaria durante las horas de no luz de 13,98KWh/día. Con este valor es con el que dimensionaremos las baterías posteriormente.

Quedando la distribución de energía de las baterías de esta forma:



Cargando estas durante todas las horas menos la hora pico (13h - 14h) y descargando estas durante 7 horas seguidas (18h – 1h). Siendo el área morada igual al área roja.

Ahora nos procederemos a calcular y diseñar nuestra instalación fotovoltaica, a partir de una demanda cubierta por este sistema de 44,64KWh/día.

Introducción:

El sistema fotovoltaico consta principalmente de 4 elementos básicos. En primer lugar las placas solares donde recogeremos la energía solar. El regulador de potencia encargado de controlar la energía (ya que la energía del sol no es siempre constante). Las baterías, donde almacenaremos la energía principalmente para la noche. Y el inversor, encargado de realizar el cambio de corriente continua a corriente alterna que será la que proporcionemos.

Además de estos elementos citados que posteriormente analizaremos, necesitaremos también definir los soportes de los paneles, cables...etc.

1-PLACAS

A la hora de elegir el tipo de placa solar, el mercado nos ofrece 3 tipos de células solares. La célula de silicio monocristalino, célula de silicio policristalino y la célula de silicio amorfo.

En un principio nos decantamos por la célula de silicio amorfo, ya que es la más barata y la menos pesada (con el ahorro en el diseño de la estructura que ello conlleva), pero fijándonos en sus rendimientos son muy bajos, entre el 5% y 6%. Finalmente nos hemos decantado por las células que tienen el mayor rendimiento. Las células de silicio monocristalino, siendo este entre el 12% y 15%. Y siendo su vida útil esperada de 25 años.

Para la elección de panel solar vamos a utilizar el programa RETScreen:

1. Hemos calculado el consumo de electricidad diario en el orfanato que será cubierto mediante paneles: $E_d = 13,98 \text{ KWh/día}$.

2. El programa RETScreen, dándole la ubicación (cogiendo la ciudad más próxima a nuestra zona que la NASA tiene datos, en este caso Bamenda) nos proporciona la irradiación solar de nuestra zona. Con estos datos y una vez seleccionado el tipo de panel fotovoltaico nos

calcula directamente la electricidad entregada a carga .Buscaremos la inclinación y acimut de los paneles tales que esta electricidad a carga sea máxima. Esto es , inclinando el panel 0 grados (es decir paneles horizontales) y siendo el acimut entre 0 y 12 grados (lo pondremos a 0 grados así el error de puesta en obra no nos afectara).Así, conseguiremos una irradiación -> Id= 6,00 KWh/m2/día, que es bastante elevada ya que nos situamos cerca del ecuador.

RETScreen

País - Región: Camerún
Prov./Estado: n/a
Ubicación de datos meteorológicos: Bamenda

Latitud: 6,0 °N
Longitud: 10,2 °E
Elevación: 1.221 m
Temperatura de diseño de la calefacción: 17,4 °C
Temperatura de diseño del aire acondicionado: 29,7 °C
Amplitud de la temperatura del suelo: 10,4 °C

Fuente: NASA

	Temperatura del aire °C	Humedad relativa %	Radiación solar diaria - horizontal kWh/m²/d	Presión atmosférica kPa	Velocidad del Viento m/s	Temperatura del suelo °C	Días-grado de calentamiento °C-d	Días-grado de enfriamiento °C-d
Ene	24,2	48,9%	6,14	92,4	2,1	25,7	0	440
Feb	24,6	53,1%	6,19	92,3	2,2	26,3	0	410
Mar	23,8	72,8%	5,50	92,3	2,1	25,0	0	426
Abr	23,2	81,2%	5,01	92,3	1,9	24,1	0	397
May	23,0	82,1%	4,83	92,4	1,8	23,8	0	403
Jun	22,0	84,3%	4,42	92,6	2,0	22,7	0	360
Jul	21,1	84,9%	4,02	92,6	1,9	21,8	0	344
Ago	21,2	84,0%	3,92	92,6	2,0	21,6	0	346
Sep	21,5	85,6%	4,21	92,6	1,8	22,1	0	344
Oct	21,9	83,4%	4,39	92,5	1,6	22,5	0	369
Nov	22,2	75,8%	5,21	92,4	1,7	22,7	0	365
Dic	23,3	57,7%	5,79	92,4	1,6	24,2	0	411
Anual	22,7	74,7%	4,96	92,5	1,9	23,6	0	4.616
Fuente	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA	NASA

Medido a: m 10 0

Evaluación de recursos

Modo de rastreo solar

Inclinación

Azimut

Uniaxial
0,0
0,0



	Radiación solar diaria - horizontal	Radiación solar diaria - inclinado	Electricidad entregada a la carga
Mes	kWh/m ² /d	kWh/m ² /d	MWh
Enero	6,14	8,12	1,42
Febrero	6,19	7,99	1,28
Marzo	5,50	6,72	1,41
Abril	5,01	5,92	1,36
Mayo	4,83	5,66	1,41
Junio	4,42	5,08	1,36
Julio	4,02	4,51	1,35
Agosto	3,92	4,35	1,30
Setiembre	4,21	4,77	1,34
Octubre	4,39	5,11	1,40
Noviembre	5,21	6,52	1,36
Diciembre	5,79	7,58	1,41
Anual	4,96	6,02	16,39

Radiación solar anual - horizontal	MWh/m ²	1,81
Radiación solar anual - inclinado	MWh/m ²	2,20

3. Mirando catálogos de precios y comparando nos decantamos por el siguiente panel:

Panel SolarWorld Monocristalinos SW 230 230Wp 24V

Estos paneles tienen una dimensión de 1.675 x 1001 x 34 milímetros. Sus características de potencia , tensión y corriente las vemos a continuación:

Potencia en el punto de máx. potencia (P máx.)	230 Wp
Tensión en vacío (V oc)	36,9 V
Tensión a potencia máxima	29,8 V
Corriente de cortocircuito (I sc)	8,25 A
Corriente a potencia máxima (I mpp)	7,72 A

Tiene una eficiencia del 13,7% y tiene un área de colector solar de 124,1 m² , siendo el total de todas las placas de 20,1m². Tiene un precio aproximado de 316€ la unidad.

Fotovoltaico			
Tipo	mono-Si		
Capacidad de generación eléctrica	kW	17,02	€ 170.200
Fabricante	Solar World		
Modelo	mono-Si - SW230	74 unidad(es)	
Eficiencia	%	13,7%	
Temperatura normal de operación de las celdas	°C	45	
Coefficiente de temperatura	% / °C	0,40%	
Área del colector solar	m ²	124,1	
Método de control		Engrapado	
Pérdidas varias	%	7,0%	

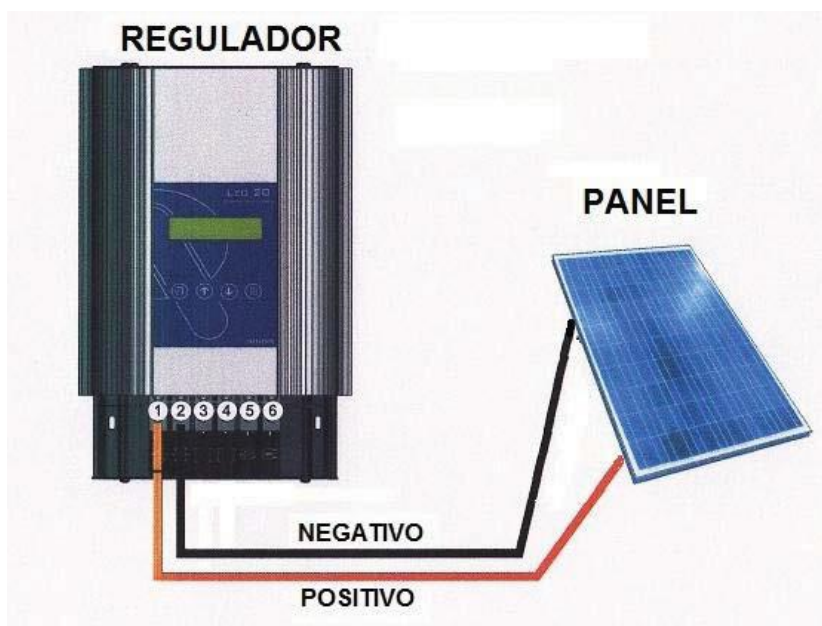
Metiendo estos datos al programa (además de las características del inversor y batería posteriormente explicados) vamos variando el número de paneles hasta llegar a la demanda de consumo. Hemos llegado a un número de paneles que satisfagan el 100,6% de la demanda anual anteriormente descrita (16,296 MWh), como podemos ver a continuación. Nos salen un total de 74 paneles solares. Estos estarán colocados todos en paralelo , ya que suponemos que nuestro regulador de carga incluye el seguimiento y búsqueda del punto de máxima potencia (regulador con MPP).Siendo el presupuesto de los paneles de 170.200€.

Para obtener la demanda anual basta con multiplicar el consumo diario por 365 días que tiene el año:

Demanda de electricidad - anual - CA	MWh	0,000	<u>16,294</u>
Resumen			
Factor de utilización	%	16,3%	
Electricidad entregada a la carga	MWh	16,39	100,6%

Reguladores solares fotovoltaicos (regulador de carga) Para la selección del regulador de carga es necesario calcular cuál será la máxima corriente que deberá soportar, tanto en la entrada como en su salida.

Para el cálculo de la máxima corriente de entrada al regulador (I_{Re}), que proviene de los módulos fotovoltaicos, se empleará la siguiente expresión:



$$I_{Re} = 1,25 \cdot ISC \cdot N_{paralelo}$$

donde,

ISC es la intensidad de cortocircuito del módulo fotovoltaico seleccionado, de valor $ISC = 8,25 \text{ A}$ (CEM).

$N_{paralelo}$ es el número de ramales de paneles solares dispuestos en paralelo del generador fotovoltaico que se vaya a instalar, siendo en este caso, 74. 1,25 es un factor de seguridad para evitar daños ocasionales al regulador.



Sustituyendo en la expresión del cálculo de la intensidad de entrada al regulador (I_{Re}) los valores anteriores, resulta el siguiente resultado:

$$I_{Re} = 1,25 \cdot I_{SC} \cdot N_{paralelo} = 1,25 \cdot 8,25 \cdot 74 = 763,125 \text{ A}$$

Por otro lado, para el cálculo de la máxima corriente esperada a la salida del regulador (I_{Rs}), es decir, del lado del consumo de la instalación interior del orfanato, se empleará la siguiente expresión:

$$I_{Rs} = \frac{1,25 \cdot (P_{DC} + P_{AC} / \eta_{inv})}{V_{BAT}}$$

siendo,

- P_{DC} la potencia de las cargas en continua (o corriente directa) que haya que alimentar. P_{AC} es la potencia de las cargas en alterna.
- η_{inv} es el rendimiento del inversor, en torno al 90%.
- V_{BAT} la tensión de trabajo de la batería de acumulación (24V).

En esta ocasión, el consumo eléctrico del orfanato se realiza sólo en corriente alterna, siendo la potencia máxima prevista de consumo (P_{AC}) de 3.720 W, por lo que la corriente de salida del regulador a calcular:

$$I_{Rs} = \frac{1,25 \cdot (3.720 / 0,90)}{24}$$

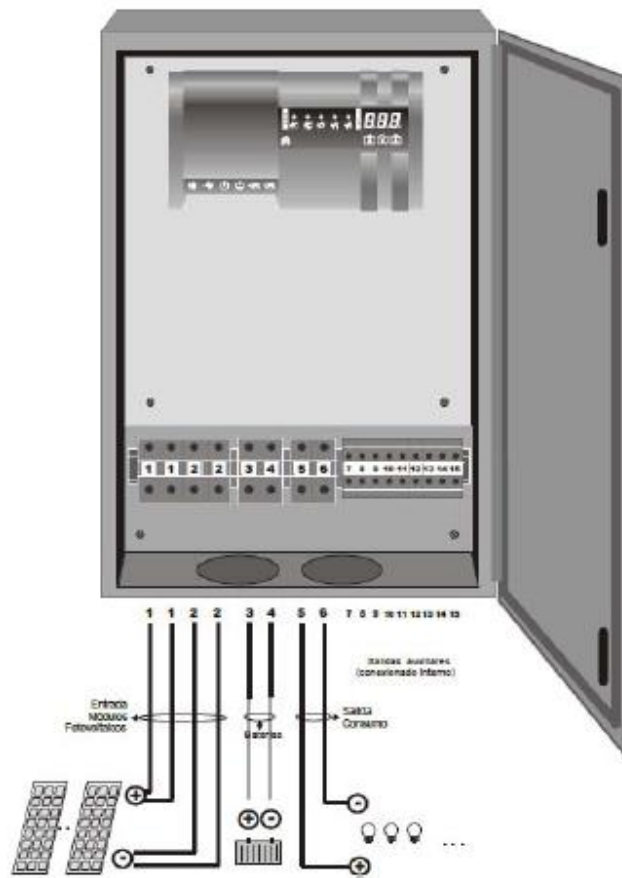
Resultando,

- $I_{Rs} = 215,28 \text{ A}$

Por lo tanto, el regulador que se seleccione deberá soportar una corriente, como mínimo de 763,125 Amperios en su entrada y de 215,28 Amperios en su salida.

El regulador de carga seleccionado es de la marca ATERSA, modelo LEO 3 250V, que incluye tecnología de seguimiento del punto de máxima potencia (*MPPT*), según se puede comprobar en el siguiente enlace al catálogo de especificaciones técnicas del equipo:
 Regulador de carga, modelo LEO 3 250A 24V , MARCA ATERSA.

Siendo su esquema como el que vemos a continuación:



Y de su ficha técnica únicamente cabe destacar sus características principales:

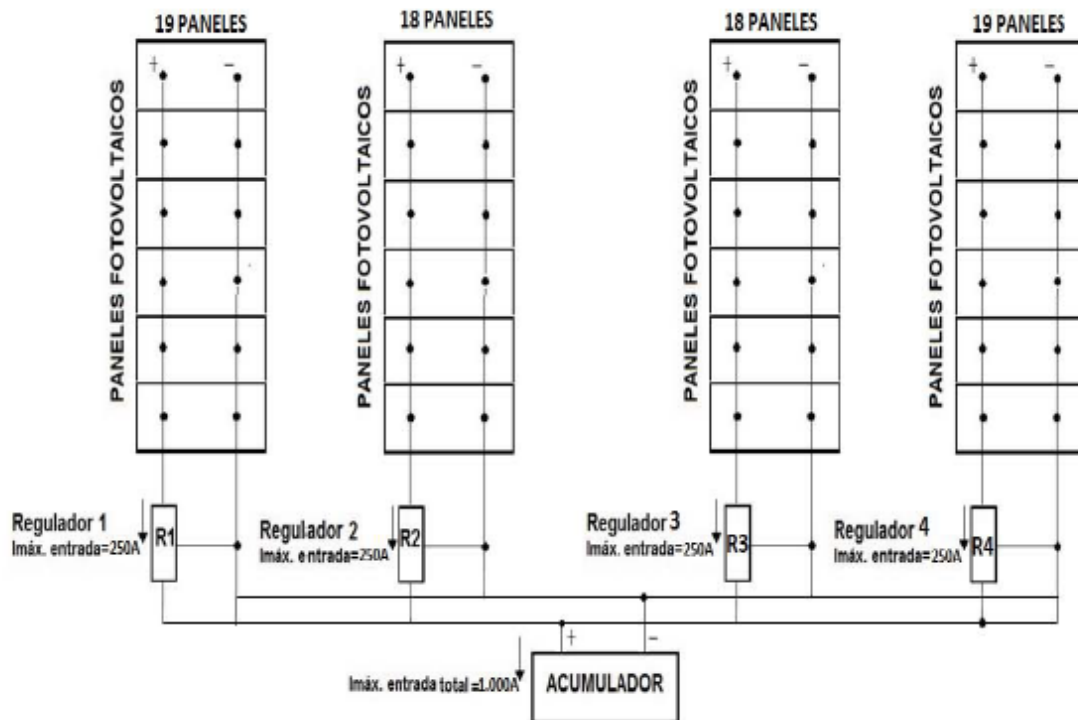
- Tensión nominal : 24V
- Intensidad de panel máxima : 250^a
- Consumo : 50mA

Como se puede comprobar de las especificaciones técnicas del regulador seleccionado incluida en el anterior enlace, éste sólo permite una intensidad máxima de entrada ($IMAX,e$) de 250 A, mientras que la corriente máxima de entrada (IRe) proveniente de los módulos generadores fotovoltaicos es de 763,125 A, según se ha calculado, por lo que será necesario el empleo de más de un regulador.

El número de reguladores necesarios para instalar vendrá dado por la siguiente expresión:

$$N_{reguladores} = IRe / IMAX,e = 763,125 / 250 = 3,0524 \rightarrow 4$$

Por lo que serán necesarios la instalación de 4 reguladores del modelo anterior. En este caso concreto el generador fotovoltaico diseñado dispone de 74 ramales en paralelo, con 1 módulo cada ramal, por lo que la instalación podrá ser dividida en 4 grupos, dos grupos de 18 paneles y otros 2 grupos de 19 paneles, alimentando cada grupo a un regulador distinto, y conectando después todas las salidas al mismo acumulador solar o baterías, según el siguiente esquema de configuración prevista:



Configuración módulos fotovoltaicos-regulador

Por último habría que comprobar que los parámetros de diseño del modelo de regulador seleccionado se ajustan a las condiciones de operación previstas:

- Rango de tensión de entrada de diseño del regulador seleccionado LEO 3 250^a 24V: $16 \leftrightarrow 112 \text{ Vcc}$

Según la configuración prevista, cada regulador va a ser alimentado por 6 ramales en paralelo con un módulo fotovoltaico por ramal, por lo que la tensión de operación será igual a la del módulo, que según se puede comprobar en sus especificaciones técnicas del es de valor $V_{MP} = 29,8 \text{ V}$ (CEM) que es la tensión del módulo fotovoltaico a potencia máxima, y queda dentro del rango de diseño del regulador.

- Tensión máxima en circuito abierto admitida por el regulador LEO 3 250A 24V: 140 Vcc máxima

De la misma manera, la tensión a circuito abierto del módulo, según se puede comprobar en sus especificaciones técnicas, es de valor $V_{OC} = 36,9 \text{ V}$ (CEM), que es inferior al máximo de diseño del regulador.

- Potencia máxima admisible por el regulador LEO 3 250A 24V: 5200 W

De nuevo, según la configuración prevista, como cada regulador va a ser alimentado por 6 ramales en paralelo con un módulo por ramal, la potencia máxima producida por cada grupo será de: $19 \cdot 230 \text{ W} = 4.370 \text{ W}$, siendo 230 W la potencia nominal o máxima del módulo fotovoltaico seleccionado, según se puede comprobar en sus especificaciones técnicas.

Por lo tanto, finalmente el regulador-seguidor LEO 3 250A 24V seleccionado de la marca ATERSA, resulta válido para la instalación y la configuración prevista, según se muestra en la figura anterior.

El regulador de carga ajusta y regula la carga de corriente directa que sale del Panel ya que está en función de la radiación solar y puede sobrepasar la capacidad de las baterías.

2. Baterías

El carácter variable de la radiación solar hace necesario el uso de acumuladores de energía, que garantizan el funcionamiento del sistema fotovoltaico autónomoaislado en condiciones desfavorables.

Con el uso de los acumuladores se consigue dotar al sistema fotovoltaico autónomo de una reserva de energía para cuando las condiciones sean desfavorables, como también para la noche.

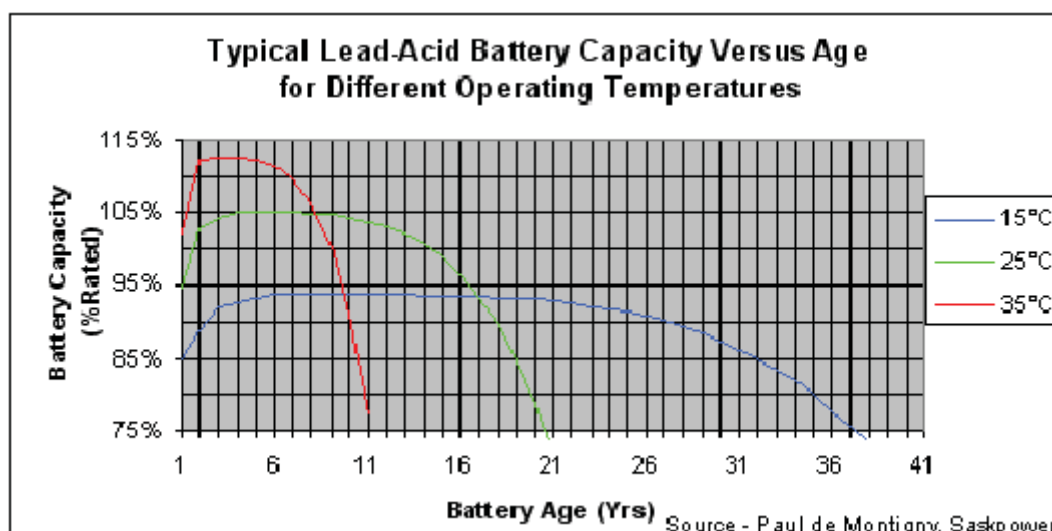
Los acumuladores desempeñan tres funciones principales en un sistema fotovoltaico:

1. Dar autonomía al sistema.
2. Suministrar picos de intensidad superiores a las que pueden dar los paneles para por ejemplo, arranque de motores.
3. Estabilizan el voltaje. Mucho sol es mucha **energía** e intensidad, lo que daría lugar a fluctuaciones de voltaje dañinas para los aparatos conectados.

Hay muchos diferentes tipos de baterías con muy buenas características, pero para las aplicaciones en sistemas fotovoltaicos se usa en su gran mayoría baterías de plomo por su buena relación de precio por energía disponible.

Con este tipo de baterías hay que tener mucha precaución, y más en nuestro caso por las características de este proyecto, ya que tendremos constantemente a niños por los alrededores y estos podrían estar en peligro si no se actúa adecuadamente. Por lo que será importante tenerlas en un lugar ventilado y asegurado (cerrado con llave) para evitar accidentes.

La vida de estas no depende únicamente del tiempo, sino del número de ciclos de carga y descarga y en función del porcentaje de descarga al que las sometamos. Lo que también podemos controlar para aumentar su vida, es colocarlas en un lugar lo más refrigerado posible(evitar el contacto directo con el sol) ya que a más temperatura disminuye notablemente la vida de estas. Una temperatura 10grados arriba del óptimo puede cortar la vida por a mitad. Como podemos apreciar en la gráfica:



En cuanto al cálculo de las baterías tenemos en cuenta que nuestra instalación es de 24V y necesitamos que el conjunto de nuestras baterías acumulen:

La carga y descarga diaria será la misma y tendrá un valor de 13.980 W. El dimensionamiento de las baterías lo haremos para que en ningún caso se descargue más del 50% de la capacidad de estas, por lo que las dimensionaremos al doble de capacidad.

Con lo que el esquema de uso sería, durante el primero día de la instalación no conectar ningún dispositivo y cargar las baterías. Una vez cargadas la descarga diaria será menor que el 50%. $13.980 \text{ W} \times 2 = 27.960 \text{ W}$.

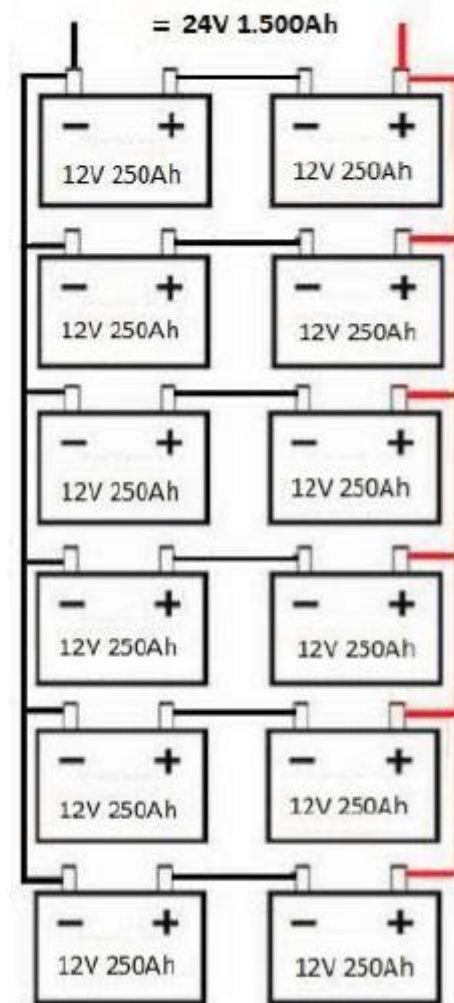
Siendo nuestro voltaje de 24V: $27.960/24 = 1.165 \text{ Ah}$

Para el buen funcionamiento y conservación de las baterías pondremos un conjunto de baterías de más del doble de capacidad de almacenamiento para que cuando se descarguen no se descarguen más de la mitad, ya que esto disminuiría considerablemente la vida de estas (500Ah).

Nos decantamos por el siguiente modelo: Batería EnerSol 250

Cada batería aguanta una tensión máxima de 12V y almacena 250Ah. Con lo que con un conjunto de 12 baterías, 6 en serie y en batería con las otras 6, conseguimos una capacidad de almacenaje de 1.500Ah. Siendo la descarga diaria de las baterías del 38,83% del estrictamente calculado, dejando un gran margen para estas. Sus dimensiones son 528 x 276 x 242 milímetros. El esquema de instalación es el siguiente:

Conexión serie-paralelo



4-Inversores/cargadores:

Los Inversores de corriente (también llamados convertidores) son los aparatos encargados de transformar la energía acumulada en las baterías en corriente continua (VDC) con un voltaje relativamente bajo a corriente alterna (VAC), de 220V.

Hay varios tipos:

En primer lugar tenemos los inversores de conmutación natural. Su aplicación es exclusivamente para sistemas FV conectados a la red. Dado que nuestro sistema eléctrico en principio estará conectado a red, pero ante cualquier fallo de esta queremos que nuestra instalación fotovoltaica pueda ser autosuficiente, nuestro inversor será un inversor de conmutación forzada o autoconmutados. Estos permiten generar conmutación forzada, que se refiere a la apertura y cierre forzados por el sistema de control. Dentro de estos pueden ser de salida escalonada (onda cuadrada) o 5-Resto de componentes. Cables eléctricos, fusibles, colocación de paneles, recubrimientos contra la corrosión...etc.

Cableado y protecciones:

Para el cálculo de las secciones de los cables conductores y de las protecciones se distinguirá entre la parte de la instalación que funciona en continua (directa) y la parte de la instalación

que funciona en corriente alterna. Cada uno de los tramos que componen la instalación poseerá una sección diferente en los conductores debido a que la intensidad de corriente que circula por cada uno de ellos será diferente dependiendo los equipos que interconecten.

a) Instalación en corriente continua o directa (CC/DC):

Todos los tramos en corriente continua se van a componer de los conductores activos (positivo y negativo) en cable de cobre con aislamiento 0,6/1 KV y cubierta en PVC. Para el cálculo de la sección de cable (S) en los distintos tramos donde circula la corriente continua (directa), y que comprende desde la salida de bornes en la caja de conexión de los módulos fotovoltaicos hasta la entrada en el inversor , se empleará la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta V \cdot C}$$

Donde,

S es la sección del cable conductor, en mm^2 .

L es la longitud del cable conductor en ese tramo, en m.

I es la intensidad de corriente máxima que circula por el conductor, en A.

ΔV es la caída de tensión máxima permitida en los conductores, que según se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, deberá ser en los conductores de continua como máximo del 1,5%.

C es la conductividad del material que forma el conductor, en este caso cobre, cuya conductividad a 20°C es de $56 m/\Omega \cdot mm^2$. Para otras temperaturas se adjunta la siguiente tabla:

Tabla 11. Valores de conductividad del cobre-Cu ($m/\Omega \cdot mm^2$) con la temperatura T (°C)							
20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
56	54	52	50	48	47	45	44

Como ya se ha dicho anteriormente, en los distintos tramos en continua cada tramo se compondrá de dos conductores, uno positivo y otro negativo, que serán de igual sección a la que resulte del cálculo de aplicar la anterior expresión.

A continuación se pasa a calcular las secciones de cables de cada uno de los distintos tramos que componen la instalación fotovoltaica en continua.

- *Tramo Conexion al Regulador:*

Este tramo de cableado comprende la conexión desde la salida los módulos fotovoltaicos conectados en paralelo, hasta la entrada al regulador de carga.

Los valores de los distintos parámetros que se emplearán para el cálculo de la sección mínima de cable conductor, serán los siguientes:

$L = 5 m$, es la longitud que recorre el cable desde la salida del generador fotovoltaico hasta el regulador de carga; $I = 19 \cdot ISC = 19 \cdot 8,25 = 156,75 A$, se corresponde con la intensidad máxima que puede circular por el tramo, y que coincide con la intensidad de cortocircuito (ISC) del módulo seleccionado, de valor $ISC = 8,25 A$, y multiplicado por el número de módulos (al estar en paralelo se suman las intensidades) que constituyen el grupo que alimenta a cada

regulador (19 como máximo). $\Delta V = 0,46V$, que se corresponde con la caída de tensión máxima permitida en los conductores, que según se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, deberá ser como máximo del 1,5% en los conductores de continua. En efecto, como la tensión de trabajo en cada grupo de generadores fotovoltaicos que alimenta a cada regulador es igual a la tensión en el punto de máxima potencia o potencia pico de cada módulo (al estar conectados en el grupo los módulos en paralelo la tensión de salida del grupo es igual a la de cada módulo). Como el módulo que se va a instalar es el SW- 230, de tensión de servicio de valor $VMP = 29,8 V$, la caída de tensión máxima del 1,5% será igual a $\Delta V = 0,015 \cdot 29,8 = 0,447 V$.

$C = 47 m/\Omega \cdot mm^2$, que es la conductividad del cobre, para una temperatura del cable en servicio de 70 °C.

Estos valores sustituidos en la expresión anterior resulta una sección mínima de cable de: $S = 74,61 mm^2$.

La sección normalizada superior a la calculada es de 5 mm^2 . Según la tabla anterior, la corriente máxima admisible para el cable de cobre de 25 mm^2 del tipo 0,6/1 kV y aislamiento en PVC, instalados en el interior de tubos en montaje superficial es de 84 A.

Al anterior valor habrá que aplicarle un coeficiente de reducción de 0,91 por temperatura, dado que el valor anterior es para una temperatura del cable de 40 °C, y sin embargo el cable alcanzará una temperatura mayor cuando esté en servicio. Por lo tanto, finalmente la máxima intensidad admisible del cable será de $I_{adm} = 180 \cdot 0,91 = 163,8 A$.

Por lo tanto, al ser la intensidad que circula por el tramo ($I = 156,75 A$) menor que la máxima admisible que puede soportar el cable ($I_{adm} = 163,8 A$), la sección elegida para el conductor en este tramo de 95 mm^2 resulta válida.

De la misma manera que la anterior, se procedería a calcular las secciones de cable para los restantes tramos en continua que constituyen la instalación fotovoltaica:

Tramo	Longitud del tramo (m)	Intensidad de corriente del tramo (A)	Sección de cable mínima calculada (mm^2)	Sección de cable seleccionada (mm^2)
Conexión con Regulador	5,0	156,75	77,61	95
Conexión con Baterías	4,0	305,125	116,19	150
Conexión con Inversor	12,0	17,39	19,87	35

A continuación se explica cómo se ha realizado el cálculo de las intensidades de corriente máxima que pueden circular, tanto por el tramo que conecta el regulador con las baterías, y el otro tramo que conecta con el inversor:

- *Tramo de conexión a baterías:* la intensidad máxima de corriente del tramo de conexión hacia las baterías será igual a la suma de las intensidades de cortocircuito (ISC) de los 74 módulos en paralelo que constituyen el generador fotovoltaico.

Por tanto, resultará $I = 74 \cdot ISC = 74 \cdot 8,25 = 610,5A$.

Este valor es demasiado grande con lo que tendríamos que poner cables de demasiado diametro. La solución será dividir el conjunto de las baterías en dos. Para que la intensidad de corriente se reparta en los dos bloques. Es decir, dos bloques en paralelo entre ellos. Entonces, $I = 37 \cdot ISC = 37 \cdot 8,25 = 305,25A$.

- *Tramo de conexión al inversor:* por el contrario, para el cálculo de la intensidad de corriente máxima que circula por la entrada al inversor, ésta dependerá de la potencia en alterna (P) máxima que puede entregar el inversor a las cargas que alimenta y de su rendimiento ($\eta_{inv} = 0,96$).

$$I_{ca} = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

Donde,

I_{ca} es la intensidad de corriente alterna de salida del inversor. P es la potencia en alterna máxima que puede entregar el inversor seleccionado a su salida, que vale $P=4.000 \text{ W}$. V es la tensión de línea de la red interior del orfanato, que coincidirá con la tensión nominal de salida del inversor, en este caso $V=230 \text{ V}$, como vemos en su ficha técnica $\cos\phi$ es el factor de potencia que, según el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, dicho factor de potencia proporcionado por las instalaciones solares fotovoltaicas deberá ser igual a la unidad (1).

Sustituyendo en la expresión anterior resultará una intensidad en corriente alterna de salida del inversor de valor $I_{ca} = 17,39 \text{ A}$. Por lo tanto la intensidad en corriente continua (I_{cc}) que alimenta la entrada del inversor será la proporcionada por la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{I_{ca}}{\eta_{inv}}$$

siendo ($\eta_{inv} = 0,96$) el rendimiento del inversor, siendo $I_{cc} = 18,12 \text{ A}$

- *Cableado de protección:*

Para la protección y seguridad de la propia instalación, habrá que instalar un cable adicional, además de los cables activos (positivo y negativo), que será el cable de protección y que servirá para conectar todas las masas metálicas de la instalación con el sistema de tierra, con el objetivo de evitar que aparezcan diferencias de potencial peligrosas, y al mismo tiempo permita descargar a tierra las corrientes de defectos o las debidas por las descargas de origen atmosférico. El cable de protección será del mismo material que los conductores activos utilizados en la instalación, en este caso de cobre, e irán alojados en el mismo conducto que los conductores activos. La sección que debe tener en cada tramo el conductor de protección viene dada por la tabla siguiente:

Relación entre los conductores de protección y activos	
Sección de los conductores activos de la instalación, S (mm^2)	Sección mínima de los conductores de protección, S_p (mm^2)
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Para el caso que nos ocupa, y haciendo uso de la tabla anterior, la sección que tendrá el cable de protección en cada tramo de la instalación se indica en la siguiente tabla:

Secciones de conductores activos y de protección por tramos		
Tramo	Sección de cable activo (mm^2)	Sección del cable de protección, (mm^2)
Conexión con Regulador	95	50
Conexión con Baterías	120	70
Conexión con Inversor	25	16

- *Tubos o conductos protectores:*

Para la selección de los diámetros de los tubos protectores se empleará la tabla siguiente, que proporciona los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los cables alojados.

Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir						
Sección nominal de los conductores unipolares (mm^2)	Diámetro exterior de los tubos (mm)					
	Número de conductores					
	1	2	3	4	5	
1,5	12	12	16	16	16	
2,5	12	12	16	16	20	
4	12	16	20	20	20	
6	12	16	20	20	25	
10	16	20	25	32	32	
16	16	25	32	32	32	
25	20	32	32	40	40	
35	25	32	40	40	50	
50	25	40	50	50	50	
70	32	40	50	63	63	
95	32	50	63	63	75	
120	40	50	63	75	75	
150	40	63	75	75	--	
185	50	63	75	--	--	
240	50	75	--	--	--	

Para nuestro caso, colocando un tubo protector para cada cable y haciendo uso de la tabla anterior, el diámetro del tubo en cada tramo de la instalación se indica en la siguiente tabla:

Diámetros de tubos protectores en tramos de corriente continua (DC)	
Tramo	Diámetro de tubo (mm)
Conexión con Regulador	32
Conexión con Batería	40
Conexión con Inversor	20

Por último, se adjunta la siguiente tabla resumen de los tramos de la instalación que funcionan en corriente continua, con los resultados obtenidos:

Secciones de cables y diámetros de los tubos protectores en tramos DC			
Tramo	Sección de cable activo, (mm ²)	Sección del cable de protección, (mm ²)	Diámetro de tubo protector, (mm)
Conexión con Regulador	95	50	32
Conexión con Baterías	120	70	40
Conexión con Inversor	25	16	20

B) Instalación en corriente alterna (AC):

A partir de la salida del inversor, todos los tramos de corriente alterna que alimenta la instalación interior del orfanato, que será de tipo monofásica, se van a componer de dos conductores (fase y neutro), además del conductor de protección, en cable de cobre con tensión nominal 0,6/1 kV y aislante en PVC. Para el cálculo de la sección (S) de los conductores activos en los tramos de corriente alterna monofásica, se empleará la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\Delta V \cdot C \cdot V}$$

Donde,

S es la sección del cable conductor, en mm².

P es la potencia máxima que vaya a transportar el cable, en W.

L es la longitud del cable conductor en ese tramo, en m.

ΔV es la caída de tensión máxima permitida en los conductores, que según se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, deberá ser en los conductores de alterna como máximo del 2%.

C es la conductividad del material que forma el conductor, en este caso cobre, cuya conductividad a 20°C es de 56 m/Ω · mm². Para otras temperaturas se puede consultar la tabla 7 anterior.

V es la tensión de línea de la red interior del orfanato, en Voltios (V).

Para el caso de este tutorial, sólo se va a calcular el tramo de instalación en alterna desde la salida del inversor hasta su conexión con el cuadro general de protección y mando (CGPM), donde están instalados los distintos magnetotérmicos, diferencial e interruptores de corte de la instalación interior del orfanato.

Los valores que definen el tramo de línea desde la salida del inversor hasta el cuadro general de protección y mando (CGPM), son los siguientes:

P es la potencia máxima que vaya a transportar el cable y que va a consumir el orfanato.
 $P=4.000 \text{ W}$.

L es la longitud del cable que va desde el inversor hasta el CGPM, y que en esta ocasión vale
 $L=10 \text{ m}$.

V es la tensión de línea de la red interior de la vivienda, que coincidirá con la tensión nominal de salida del inversor, en este caso $V=230 \text{ V}$.

ΔV es la caída de tensión máxima permitida en los conductores, que según se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, deberá ser en los conductores de alterna como máximo del 2%, por tanto $\Delta V=0,02 \cdot 230=4,6 \text{ V}$.

$C=47 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ que es la conductividad del cobre, para una temperatura del cable en servicio de $70 \text{ }^\circ\text{C}$ (según tabla).

Estos valores sustituidos en la expresión anterior resulta una sección mínima de cable de: $S = 1,609 \text{ mm}^2$.

No obstante, antes de seleccionar cualquier sección, es necesario comprobar que la intensidad admisible (I_{adm}) del cable que se coloque va a ser superior a la intensidad de corriente (I) que pase por dicho tramo.

La intensidad de corriente (I) que circulará desde el inversor hasta la entrada al cuadro general del orfanato, vendrá dado por la siguiente expresión, válida para corriente alterna monofásica:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Donde,

$P=4.000 \text{ W}$.

$V=230 \text{ V}$.

$\cos\varphi$ es el factor de potencia, igual a la unidad (1).

Por lo tanto, la máxima intensidad (I) que circulará por el tramo será de: $I = 17,39 \text{ A}$

Finalmente, para soportar este valor de corriente y según la tabla anterior, se elegirá una sección de cable de 6 mm^2 , cuya intensidad máxima admisible es de 36 A . Al anterior valor habrá que aplicarle un coeficiente de reducción de $0,91$ por la temperatura del cable, por lo que finalmente la máxima intensidad admisible del cable será de $I_{adm} = 36 \cdot 0,91 = 32,76 \text{ A}$, todavía superior a la máxima intensidad que puede circular por el tramo. Por otro lado, la sección del cable de protección para este tramo de estudio, y según la tabla anterior, deberá ser también de 6 mm^2 .

Por último, y según la tabla que indica los diámetros mínimos de los tubos protectores en función del número y la sección de los cables alojados, éste deberá ser de 12 mm .

Así iremos resolviendo en función de la potencia de cada circuito las secciones necesarias.

Se adjunta la siguiente tabla resumen para el tramo en corriente alterna desde la salida del inversor hasta la entrada a la instalación interior del orfanato:

Secciones de cables y diámetros de los tubos protectores en tramos AC					
Tramo	Longitud del tramo, (m.)	Sección de cable activo, (mm ²)	Sección de cable seleccionado (mm ²)	Cable de protección, (mm ²)	Diámetro de tubo protector, (mm)
Inversor - CGPM	10,0	6	6	6	12
Iluminación	865	57,6	70	35	32
Enchufes	275	33,18	35	17,5	25
Cocina	80	16,088	25	16	20
Lavadora	80	7,08	16	16	16
Baño	70	7,18	16	16	16

Incluimos las potencias de cada circuito:

Iluminación: 1.656 W

Enchufes: 3.000W

Cocina: 5.000 W

Lavadora: 2.200W

Baño: 2.550W

- *Elección de los elementos de protección: Fusibles*

Para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se empleará fusibles. En este caso se elegirán cartuchos de fusibles de cuchilla de tipo *gPV 1000V DC* de uso específico para instalaciones fotovoltaicas, de la marca **DF Electric**, que proporcionan una adecuada protección contra sobrecargas y cortocircuitos de acuerdo a la norma IEC 60269-6, y con una corriente mínima de fusión de $1,35 \cdot I_n$, capaz de interrumpir el paso de todas las corrientes que vayan desde su valor de intensidad nominal (I_n) hasta su poder de corte asignado.

Para que el fusible seleccionado sea efectivo, se debe cumplir que:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$$

siendo,

I_b la intensidad de corriente que recorre la línea.

I_n la intensidad nominal del fusible asignado a la línea.

I_{adm} es la máxima intensidad admisible del cable conductor de la línea.

Y siendo los valores normalizados de fusibles los indicados en esta tabla:

Intensidades nominales normalizadas:

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

A continuación se adjunta una tabla resumen con la protección asignada a cada tramo:



Tramo	I_b	I_n (asignado)	$0,9 \cdot I_{adm}$
Conexión con Regulador	156,75	160 A	179,63 A
Conexión con Baterías	305,125	315 A	354,52 A
Conexión con Inversor	17,39	25 A	27,57 A

Por último, en la siguiente tabla se indican las características de los cartuchos de fusibles de cuchilla *gPV 1000V DC* que se han seleccionado para cada uno de los tramos en continua de la instalación fotovoltaica:

Tramo	Intensidad nominal, I_n	Tensión nominal, V_n	Poder de corte
Conexión con Regulador	160 A	1000 V	30 kA
Conexión con Baterías	315 A	1000 V	30 kA
Conexión con Inversor	25 A	1000 V	30 kA

3. ELECTRICIDAD DE LA RED:

La red eléctrica pública será necesaria para el correcto uso de toda nuestra instalación, ya que mediante el sistema fotovoltaico no podemos cubrir toda nuestra demanda de electricidad.

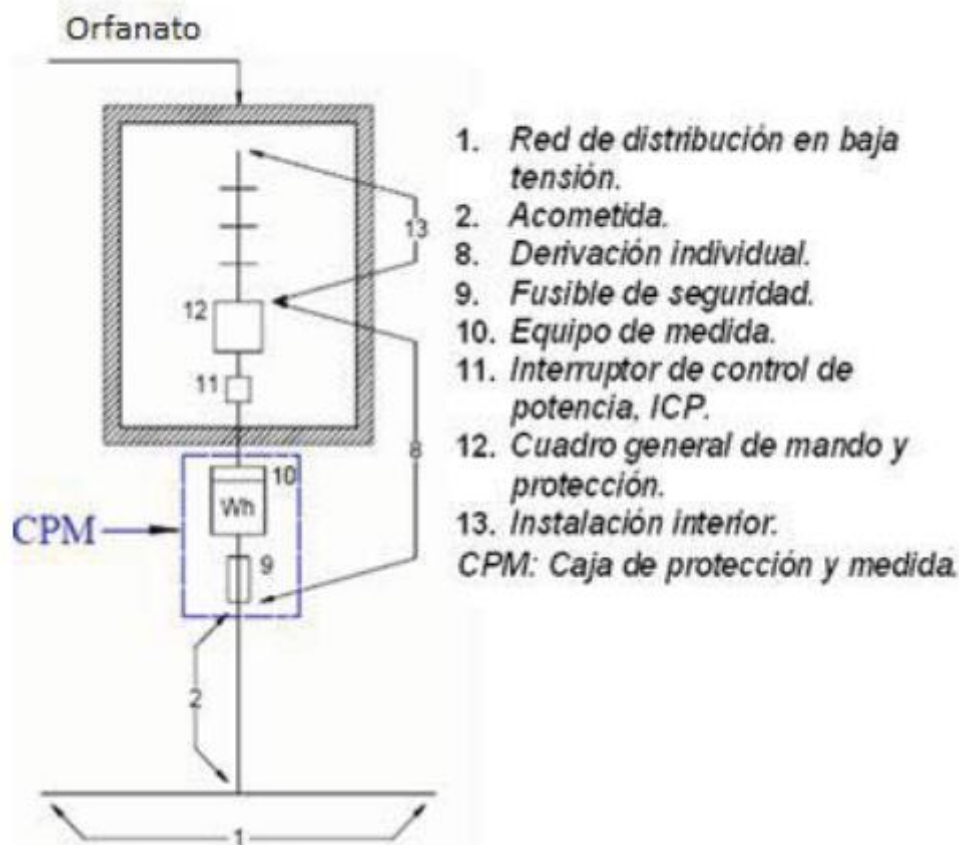
Contrataremos una potencia máxima de:

$$\text{Potencia de red} = 15.671\text{W} - 3.720\text{W} = 11.951\text{W} = 11,951\text{KW}$$

Obtenida restando a nuestra demanda máxima la potencia de nuestra instalación fotovoltaica.

A continuación representaremos un esquema de nuestra instalación de cogida de electricidad en red:

Esquema representativo:



1. La red de distribución será la línea pública de red en baja tensión.

2. La línea de acometida conecta la red de distribución con la caja de protección y medida. Tanto la línea de acometida como la red de distribución pertenecen a las compañías eléctricas. Es el punto de entrega de energía eléctrica por parte de las compañías suministradoras. Esta se realizará de forma aérea o subterránea. En nuestro caso la haremos subterránea para evitar colocar postes de conducción eléctrica hasta nuestro orfanato, con los costes económicos y visuales que eso conlleva. El número de conductores que forman una línea de acometida es determinado por la empresa distribuidora, siendo por lo general 3 conductores (negro, gris y marrón) + neutro (azul).

Caja de protección y medida:

Es el primer elemento de distribución con el que contará nuestro orfanato para la distribución eléctrica. En su interior se encuentran: Fusible de seguridad: Encargado de proteger la instalación completa, fundiéndose en el caso de que la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o un exceso de carga, un determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de los elementos.

Equipo de medida: Contador de medida de energía (Wh), que nos indicará el consumo de energía, para la realización de la factura a la compañía eléctrica en función de esta.

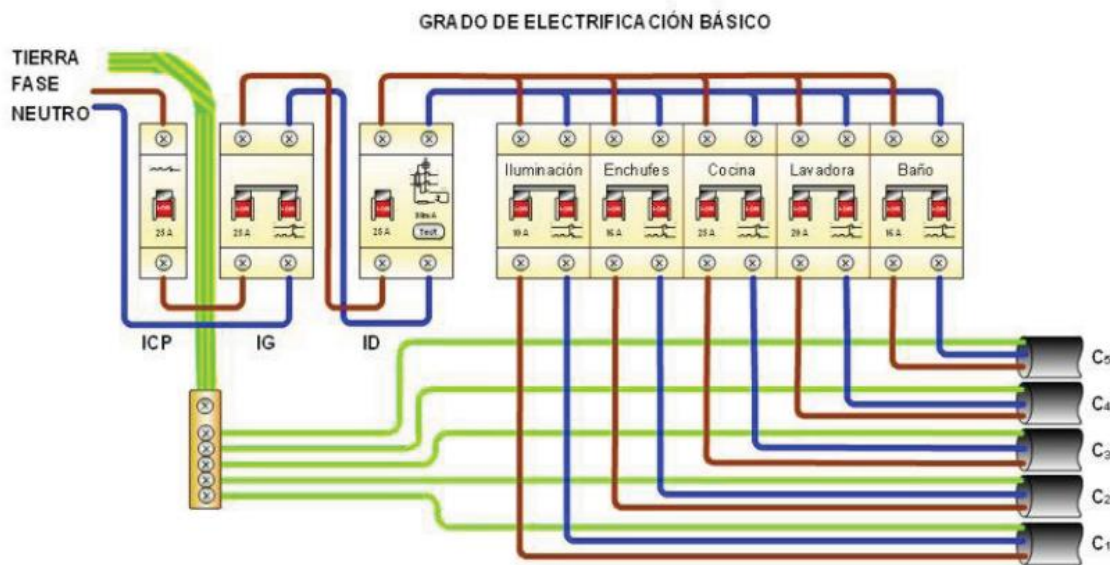
Interruptor de Control de Potencia (ICP): es un interruptor automático que tendrá nuestra instalación, que controla la potencia consumida, de tal forma que, cuando dicha potencia consumida supera la potencia contratada, entra en acción automáticamente cortando el suministro eléctrico y es necesario rearmarlo para reanudarlo. Nuestra potencia contratada será de 12KW por lo que en principio no tendremos ningún problema de este tipo.

Cuadro General de Mando y Protección : Este cuadro contendrá:

Interruptor General Automático (IGA) : Es el encargado de proteger de sobrecargas y cortocircuitos la instalación completa de nuestro orfanato . Interruptor Diferencial (ID): Sirve para desconectar la instalación eléctrica de forma rápida cuando existe una fuga a tierra, protegiendo a las personas contra los contactos a las descargas eléctricas.

Pequeños interruptores automáticos (PIAs): Protegen de los incidentes producidos por los cortocircuitos y sobrecargas en cada uno de los circuitos interiores (iluminación, calefacción, electrodomésticos).

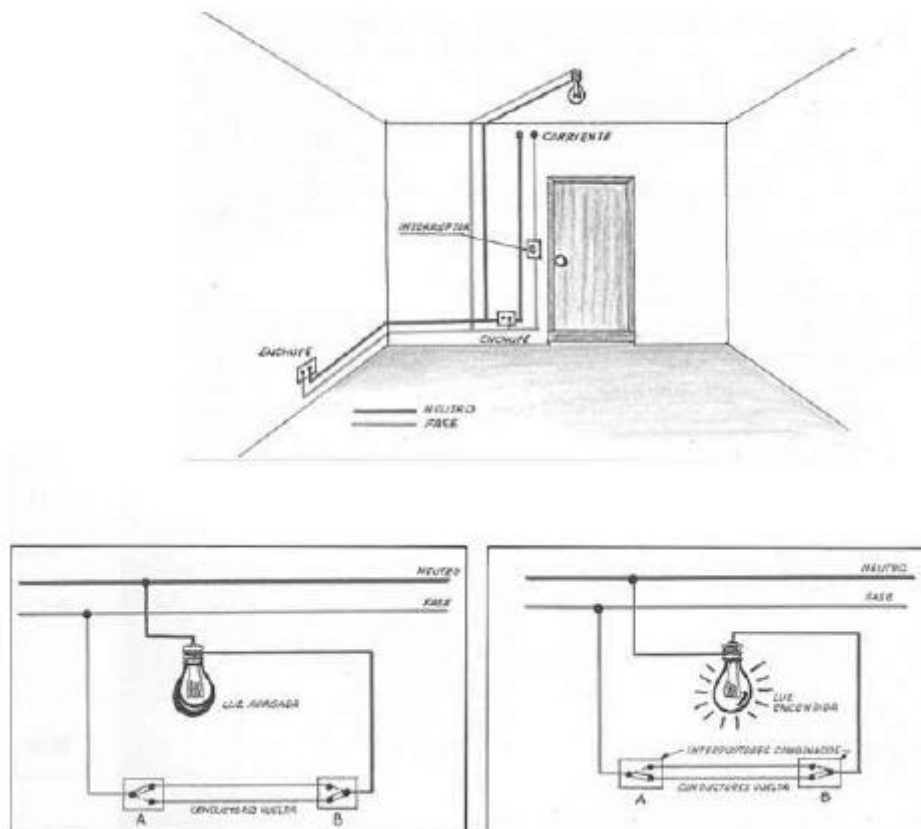
Siendo nuestro Cuadro General de Mando y Protección así:



Observamos que tenemos 5 pequeños interruptores automáticos diferenciando en sus usos como vemos en el esquema representativo.

Instalación interior:

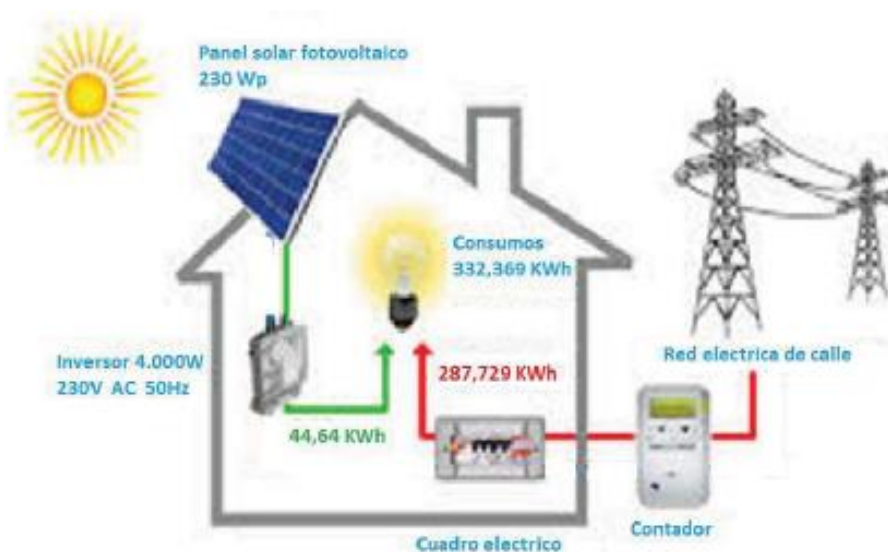
Habitaciones dormitorio: Estas tendrán dos enchufes cada habitación y el número de bombillas anteriormente estudiado (5), siendo su esquema de instalación como el que vemos a continuación en la imagen:



Así como la cocina tendrá muchos más enchufes, ya que será el espacio con mayor consumo de electricidad.

Resumen:

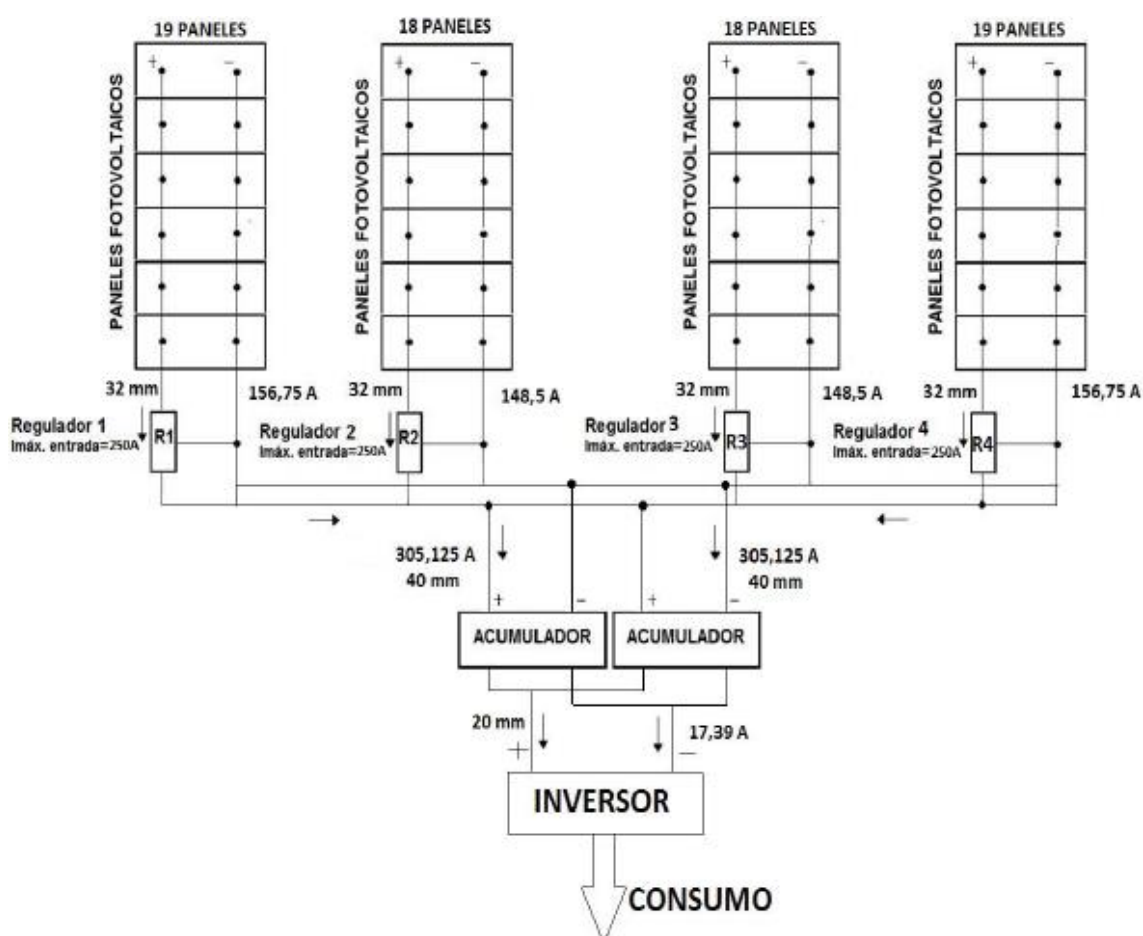
A continuación mostramos un esquema genérico del funcionamiento de nuestra instalación eléctrica junto con los flujos de energía:



Como apreciamos en la ilustración nuestro principal consumo vendrá de la instalación fotovoltaica. Cuando la potencia de nuestra demanda sea mayor que la de la capacidad de esta, que será muy habitualmente, entonces consumiremos de la red eléctrica de calle.

Como hemos visto anteriormente, en las gráficas de demanda de energía el diseño de distribución de la energía lo realizamos, cubriendo los picos de demanda (zona superior de la gráfica) mediante el sistema fotovoltaico, pudiendo rentabilizar mucho más este y así no tener que contratar una potencia mayor de la necesaria a la compañía eléctrica, con los costes económicos que ello conlleva.

A continuación mostramos el sistema fotovoltaico definitivo de una forma mas detallada:



Siendo los milímetros el diámetro de los tubos protectores, y marcando así también la intensidad de corriente en cada tramo.

4. INSTALACIÓN

Sistema fotovoltaico:



Lo primero que hay que montar en el sistema son las baterías y también lo último en desconectar si queremos desmontar la instalación. Estas junto a toda la instalación de reguladores e inversor han de situarse en un lugar seco y ventilado.

Posteriormente habrá que colocar el controlador de carga también en un lugar seco y ventilado y a una distancia máxima de 1 metro respecto de la batería.

Una vez colocados habrá que conectar el terminal positivo del controlador de carga con el terminal positivo de la batería. Posteriormente hacemos lo mismo con los negativos.

Precaución -> Bajo ningún concepto invertir la polaridad ya que se dañara irreversiblemente la batería además de ser peligroso.

Haremos lo mismo ahora con el terminal de los paneles solares y el controlador de carga, primero el positivo y posteriormente el negativo, tomando la misma precaución anterior, ya que dañaremos irreversiblemente los paneles. Toda la demás instalación se colocara en la misma habitación para tener un control sobre ella menos los paneles solares que estarán colocados sobre las cubiertas de la estructura de servicio, es decir, 37 paneles en cada edificio, orientados totalmente horizontales para captar la mayor incidencia de energía solar posible.

A continuación realizamos la misma operación anteriormente descrita pero con la batería y el inversor. Tomando además de las precauciones anteriormente citadas, comprobar que el inversor CC/CA está apagado (Modo OFF) cuando realicemos las conexiones. Por último conectar el inversor a nuestra red de alimentación.

- Los módulos y cables no deben montarse con conectores y hembrillas mojados.
- Todas las tareas en los cables deben realizarse con mucho cuidado.
- Reguladores de carga:
- Colocar los reguladores en posición vertical (fijado a la pared) para facilitar la disipación de calor. No dejar objetos sobre este.
- Los cables eléctricos no deben tirar del regulador, deberán estar fijados a la pared. Próximas a las baterías.
- Cuadro General de Mando y Protección: Este se colocara también en la misma habitación que la instalación fotovoltaica, separada de este mas de 2m, y será colocado en la pared.

Elementos:

Montaje fijo en superficie del cableado eléctrico:

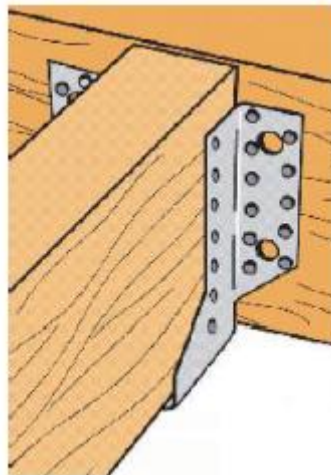
- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo las líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes de cada habitación.
- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5

centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

Placas Solares:

Debido a que nuestra cubierta esta inclinada y la inclinación de nuestras placas es horizontal, nos resultara mucho más económico colocar estas sobre el suelo ya que nos evitaremos utilizar soportes más complicados.

Construiremos un mallazo de madera para apoyar los paneles. Previamente debemos alisar el terreno lo más uniforme y sobretodo horizontal posible, para así no necesitar de más soportes para la inclinación adecuada de estos. Eso si estos deberán estar elevados para la posible salida de los cables desde los paneles. La unión de las, maderas con los extremos de las transversales se realizará mediante unas chapas metalizas y tornillos como vemos en la siguiente imagen:



La cimentacion de esta mallazo sera unicamente empotrando los pilares de madera que elevaran este , y recubriendo e agujero anteriormente hecho con cemento.Est sera suficiente debido a la poca altura del mallazo y ser el peso que debe soportar mue escaso , ya que cada panel pesa 21kg , con lo que no haremos calculo de la resistencia del mallazo.

EL anclaje de los paneles a este mallazo:

Cada panel viene consigo unas pestañas metalicas para su anclaje.Con unos elementos metalicos adicionales y unos tornillos podremos anclarlos a nuestro soporte sin ningún problema.

La distribucion en planta de estos sera uniforme y habra que tener en cuenta la posible averia de cualquiera de estos , con lo que todos los paneles tienen que estar accesibles al personal de mantenimiento.Por lo que hemos dispuesto tres bloques , de tal forma que todos sean accesibles directamente por los pasillos. Cada bloque contendra dos filas.Siendo cuatro filas de 12 panles y dos filas de 13. Cerramiento perimetral de la huerta fotovoltaica:

La superficie de nuestra huerta fotovoltaica teniendo en cuenta que colocaremos 74 paneles y de un área de 1,676 metros cuadrados cada panel. Además, dejaremos un espacio entre cada panel para su colocación y en caso de estropearse poder desmontarlo sin inconvenientes. El vallado perimetral tendrá una longitud de 80m, contando también la puerta de entrada y salida. Formando un rectángulo de 25 metros de largo y 15 metros de ancho.



Como podemos apreciar en la imagen el vallado será de madera. Empotrando los pilares en la tierra y los montantes simplemente clavarlos a estos, realizaremos un vallado muy simple y económico.

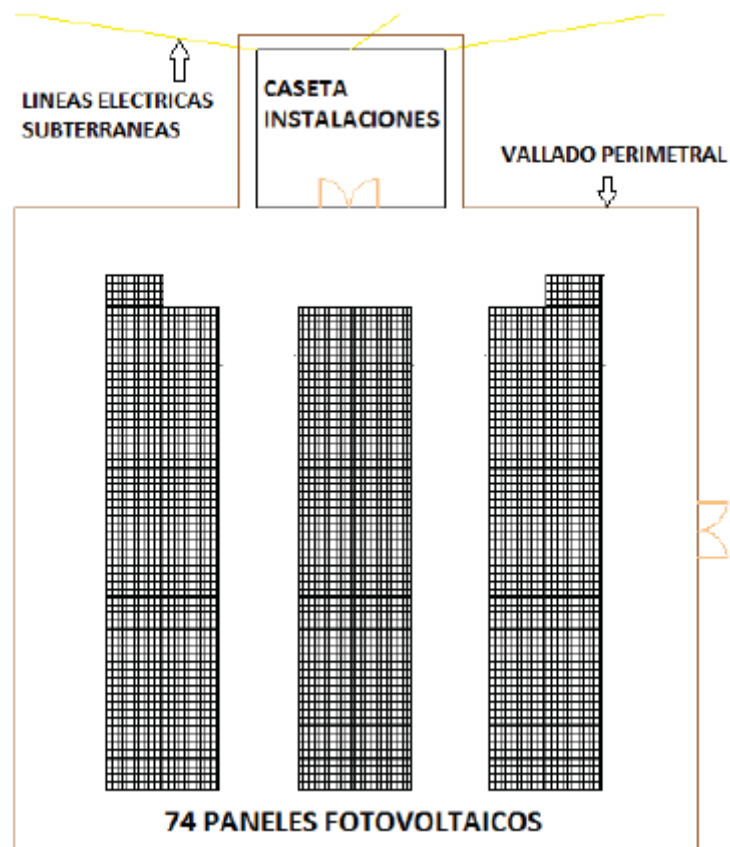
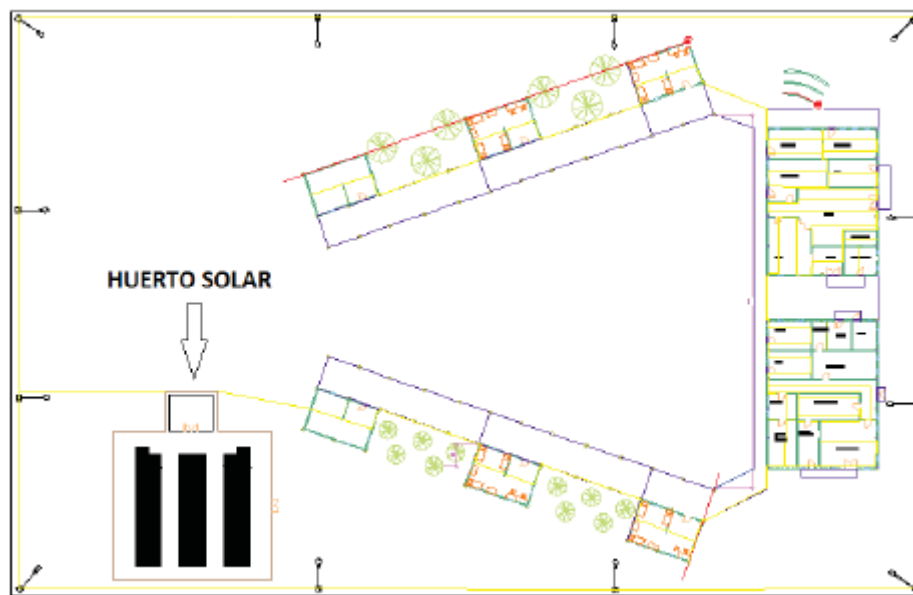
Dentro del perímetro vallado también albergaremos una caseta destinada a situar todas las instalaciones de control de nuestra instalación eléctrica. Desde las baterías, Inversor, Panel de Control, Generador Eléctrico....etc.

La única característica reseñable en este edificio es que deberá ser un espacio refrigerado, que no se acumule gran cantidad de calor dentro. Debido a que para las baterías y demás equipamiento eléctrico esto sería bastante grave para su conservación.

Será un módulo construido a base de cuatro muros de carga a base de bloques de hormigón, con sus zapatas corridas, y techo mediante una chapa metálica pero elevada. Es decir, dejando ventilación entre el muro de carga y la chapa para la refrigeración del módulo. Además plantaremos árboles a su alrededor con el fin de que no le dé nunca, por lo menos directamente, el sol a este módulo, evitando así el calor. Al plantar estos habrá que tener cuidado en que no sean demasiado altos ya que podríamos dar sombra a nuestro huerto fotovoltaico, algo que sería muy grave, desperdiciando así su potencial.

A continuación apreciamos dos ilustraciones. La primera podemos apreciar la situación del huerto solar con respecto a todo el conjunto de la edificación, junto con las líneas de conducción eléctrica subterráneas para la iluminación exterior de las farolas y la línea interior de iluminación también, ambas en color amarillo.

En la segunda podemos apreciar con un poco más de detalle el huerto solar. Donde colocaremos la entrada a este y las dimensiones tanto de la caseta como de los propios paneles. Siendo el recinto vallado perimetral lo dibujado en marrón, con un total de 96m de perímetro. Y la caseta de instalaciones de 5 x 6 m, es decir 30 metros cuadrados:



ANEJO 7. IMPACTO AMBIENTAL

INTRODUCCIÓN

La protección del medioambiente, en la mayoría de los proyectos de los países desarrollados, no se tiene en cuenta en primer plano como modelo de desarrollo sostenible.

En este proyecto se ha optado por incluir el Estudio de Impacto Ambiental en todas sus facetas (características físico-químicas, biológicas y socioeconómicas) en todas sus fases (construcción y explotación) como un elemento central que nos rijan las decisiones de diseño y construcción.

Para el desarrollo de un proyecto definitivo deberá estudiarse la legislación vigente en el lugar donde actuemos (Melong II). Debido a la falta de estos documentos, para la realización del presente proyecto se ha utilizado como referencia la presente normativa española.

ACCIONES SUSCEPTIBLES DE PRODUCIR IMPACTO AMBIENTAL

En este estudio se han identificado los impactos previsibles derivados del diseño, ejecución y funcionamiento del orfanato a construir en Melong 2, identificando las acciones causantes de estos impactos, que serán las que nombremos a continuación: Dividiremos el desarrollo del proyecto en dos fases claramente diferenciadas, construcción y explotación. Acciones:

1.1 En fase de construcción:

- Tala y desbroce de la vegetación
- Movimiento de tierras: desmontes, terraplenes, excavaciones, rellenos...
- Localización de acopios e instalaciones auxiliares
- Transporte de materiales
- Movimiento y trabajo de maquinaria
- Ruidos
- Construcción de vías de acceso
- Ocupación del suelo: permanente o temporal
- Generación de empleo y transferencia de habilidades.

1.2 En fase de explotación:

- Utilización de las infraestructuras creadas
- Ocupación del suelo
- Presencia de red de abastecimiento y saneamiento
- Vertidos y basuras derivadas del funcionamiento
- Residuos derivados del mantenimiento

ELEMENTOS Y PROCESOS AMBIENTALES IMPACTADOS

Debido al desconocimiento exacto del emplazamiento no se puede determinar con exactitud los elementos impactados derivados de la construcción y explotación. Aun así, sabemos que el lugar es prácticamente virgen, muy rico en vegetación y diversidad de animales, por lo que



deberemos trabajar con mucho respeto hacia el medio ambiente del entorno realizando un movimiento de tierras estricto y sin sobre explotaciones innecesarias.

Además tenemos constancia de un río, por lo que habrá que tener especial cuidado con este a la hora del movimiento de tierras no realizar vertidos sobre este. En la fase de explotación no tendremos este problema ya que utilizaremos fosa séptica.

La morfología de esta zona es prácticamente llana, por lo que evitaremos grandes elevaciones de tierra evitando destacar en el entorno.

El mayor impacto será sobre las características económicas sociales del área de Melong II donde estará emplazado el proyecto, permitiendo a muchas familias dotar a sus hijos de una buena educación y salud. Además de los numerosos puestos de trabajo que producirá la construcción de este tanto en la fase de construcción como de explotación.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Para una mejor comprensión del impacto ambiental derivado de la construcción del presente proyecto , adjuntamos se ha realizado una matriz de impactos ambientales , en la que mostramos las acciones de impacto y los posibles impactos ambientales que estas acciones podrán generar.

Identificación de posibles impactos según acciones del proyecto			
Acciones del proyecto	Factor	Impactos (fase de construcción)	Impactos (fase de explotación)
Trabajos preliminares: replanteo, desbroces e instalación de acopios y elementos auxiliares. Funcionamiento y circulación de maquinaria.		- Aumento de las emisiones de polvo. - Aumento de las emisiones de partículas sedimentables. - Aumento de emisiones de contaminantes gaseosas. - Alteración de la calidad de las aguas del río y los cursos de agua del entorno. - Arrastres o liviados procedentes de los acopios de material - Vertidos accidentales o incontrolados de lubricantes, combustibles, restos de hormigón u otros materiales peligrosos.	- Inexistentes. - Arrastre de sedimentos aguas abajo
Circulación de maquinaria. Movimiento de tierras. Gestión de residuos.		- Pérdidas de suelo por erosión, lavado de nutrientes y desestabilización de taludes. - Ocupación temporal de suelo sobre áreas excluidas (uso reserva). - Contaminación por residuos. - Destrucción o pérdida de suelo fértil.	- Pérdidas de suelo por erosión y desestabilización de taludes. - Inadecuada restauración y restitución edáfica.
Desbroces y movimiento de tierras. Circulación de maquinaria. Ubicación de acopios e instalaciones auxiliares. Gestión de residuos.		- Afección directa a la vegetación por desbroce. - Afección a comunidades de interés. - Propagación o inadecuada gestión de las especies invasoras presentes en el entorno. - Ausencia de restitución de la cubierta vegetal herbácea, arbustiva y arborea. - Incendios.	- Afección a comunidades de interés. - Propagación de especies vegetales invasoras. - Ausencia de restitución de la cubierta vegetal herbácea y arbustiva en taludes, zonas auxiliares y en general zonas denudadas de vegetación.
Circulación y funcionamiento de maquinaria. Circulación de maquinaria. Ubicación de acopios e instalaciones auxiliares. Gestión de residuos		- Emisiones acústicas y vibraciones por encima de la legislación vigente. - Alteración de la calidad de las aguas en el ecosistema fluvial e intermareal. - Alteración temporal de los hábitats. - Emisiones lumínicas sobre áreas de interés para la avifauna que no estén asociadas a la seguridad vial. - Existencia de mortandad significativa de fauna.	- Alteración o degradación severa de los hábitats. - Pérdida de la cobertura vegetal.
Señalización. Ejecución de taludes y obras de fábrica. Ubicación de instalaciones auxiliares. Gestión de residuos.		- Incorporación de elementos artificiales al medio (acopios de materiales, escolleras, instalaciones auxiliares, etc.). - Ausencia de restitución de la cubierta vegetal herbácea y arbustiva en taludes y áreas auxiliares. - Presencia de residuos sin la gestión adecuada.	- Inadecuada integración de las estructuras de seguridad (biondas) con colores inadecuados para el entorno. - Inadecuada restitución paisajística de las áreas afectadas (instalaciones auxiliares, vertederos, zonas denudadas, etc.) - Existencia de residuos tras la terminación de las obras.
		- Ausencia de autorizaciones ambientales por parte de los organismos implicados en la protección ambiental y en la ordenación territorial, sobre cualquier modificación del proyecto	

DESCOMPOSICIÓN DE LOS IMPACTOS

Para cada uno de los elementos susceptibles de impacto se analizarán en detalle las causas, tipo de impacto y sus consecuencias. Además se tratará de dar una previsión global sobre la valoración del impacto.

Para todo esto se indicará:

- Periodo de afectación (Construcción o explotación)
- Signo del impacto (positivo o negativo)
- Superficie de afectación
- Modo de incidencia (directo o indirecto)
- Duración
- Reversibilidad
- Compatible , moderado , severo o crítico.

Impacto sobre las características físico-químicas:

Geología y morfología:

La fase de construcción lleva consigo inevitablemente la construcción de (a) caminos de acceso, (b) labores de desbroce, limpieza y liberación del terreno , (c) aperturas de zanjas para las cimentaciones y acumulación de residuos durante la construcción. Por otro lado durante la fase de explotación no se prevé impactos notables en este apartado.

Estas acciones desembocan en los siguientes efectos:

Pérdida y ocupación de suelos por la extracción de material y relleno, así como el área ocupada por planta y canalizaciones de agua y electricidad, lo que conduce a una disminución de la cantidad de suelo edafológico y materia orgánica. Además debido a las labores de explanadas, desmontes y terraplenes puede derivar en pérdidas de estabilidad del terreno, pudiendo llevar en un caso extremo a deslizamientos u otro tipo de alteraciones geomorfológicas que supondrían un impacto mayor del previsto. La valoración de estos impactos es negativa, de carácter local y afectación directa. Su duración será permanente durante el periodo de explotación del orfanato siendo irreversible en su mayoría tras esta.

Agua

Los impactos más notables sobre el agua se prevén tengan lugar durante la fase de construcción, ya que en la fase de explotación utilizaremos fosa séptica bien sellada, es decir, evitando cualquier salida de la fosa. Mientras que en la construcción se evitara lo máximo posible pero siempre habrá vertidos incontrolados de material suelto al río, disminuyendo la calidad de este durante esta fase.

La valoración del impacto sobre las aguas superficiales se estima negativa, de carácter local y afectación directa, temporal y reversible. Por el contrario el impacto positivo será la aportación de agua potable a todos los componentes del orfanato. Atmosfera

Las causas de impacto se presentan únicamente en la fase de construcción, ya que nuestro aporte de energía no dañara esta. En cambio en la fase de construcción, durante los movimientos de tierras podemos incrementar los niveles de polvo de la atmosfera. Por ser



previsiblemente los movimientos de tierras de no de gran envergadura, se considera que el impacto sobre la atmosfera no será significativo.

Impacto sobre las condiciones biológicas

Flora

La fase de construcción implica una serie de actuaciones que afectaran a la vegetación, como desbroce del terreno, apertura de caminos , excavación y relleno para lograr explanaciones y como consecuencia de todas ellas se deriva la ocupación del terreno. Durante la explotación la principal causa es la ocupación de los suelos. Además, la tala de arbolado, masas arbustivas y demás vegetación para la posterior explanación del terreno conlleva una pérdida de vegetación con el consecuente impacto sobre la biodiversidad de la zona. Ocupación y pérdida de suelo no afectara en gran medida en la fase de explotación. La valoración de estos impactos resulta negativa, de carácter local, permanente e irreversible. En algunos casos se puede considerar indirecto, por la influencia de la vegetación en otros factores, pero en su mayoría de carácter directo.

Fauna

Estos impactos son prácticamente iguales a los de la flora, y no podemos realizar ninguna distinción por la falta de conocimiento de las especies habitantes en nuestra parcela de estudio exacta. Con lo que la valoración del impacto es la misma que la flora siendo así irreversible después de nuestra actuación.

Impactos sobre factores culturales

Usos de suelo

Las causas de impacto sobre el uso del suelo son: Las derivadas de las limitaciones de accesos durante la fase de construcción (ya que para llegar a nuestra parcela además del desbroce posterior deberemos de acomodar el camino desde la carretera a nuestra parcela), eliminación de capa vegetal y construcción de estructuras. De estas causas pueden derivar los siguientes impactos:

Tala, desbroce y eliminación de tierra vegetal pueden dar lugar a pérdidas de masa forestal dedicada a usos madereros u otras actividades productivas. A valoración de estos impactos será negativa, de carácter local y de duración permanente durante su explotación. Los impactos podrían ser reversibles una vez terminada la explotación.

Interés estético y humano:

Los efectos sobre el valor paisajístico del lugar podrán verse dañados en función de la altura de la vegetación que deberemos talar. Pero al ser la superficie de nuestra parcela no muy elevada no se prevé un gran impacto por esto. Respecto al valor histórico y cultural de la zona, no tenemos constancia de presencia de monumentos o lugares de interés en las proximidades .En el supuesto de que así sería , tendremos que tener mucho cuidado con estos y realizar un estudio exhaustivo para considerar el posible impacto. La valoración de este tipo de impactos resulta negativa, puntual , continua , directa , permanente e irreversible.



Aspectos económicos y culturales

Durante la fase de construcción la causa que más puede afectar es la necesidad de mano de obra, mientras durante la fase de explotación son los beneficios derivados de la posible entrada de muchos niños en el centro, proporcionándoles comida, educación y un seguimiento en su salud. Además de los puestos de trabajo de carácter permanente que generara la explotación de este.

No solo consideraremos la mano de obra sino que se fomentara la transferencia de habilidades entre trabajadores cualificados y aquellos sin experiencia previa, proporcionándoles a estos unas mayores posibilidades para su posterior futuro en un trabajo.

Por el contrario, los aspectos anteriormente mencionados pueden llevar a una reducción del valor global de la zona por la disminución potencial de la producción agrícola, pastoreo y masas forestales. Eso puede provocar un descenso de la capacidad productiva local pero de carácter muy puntual y de magnitud muy pequeña, al ser nuestra área de actuación muy pequeña.

Durante la fase de explotación la calidad de vida de muchos niños se verá altamente mejorada. Así como de las personas que vengan a trabajar a nuestro centro.

Englobando la magnitud de los impactos anteriormente mencionados, podemos decir que el impacto generado es positivo, regional, continuo y permanente, debido a la creación de empleo y a la mejor vida de los niños.

PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTORAS

Una vez estudiados los impactos potenciales sobre el medio ambiente, procederemos a intentar eliminar o reducir sus efectos ambientales. Reduciendo el impacto, cambiando la condición del impacto y compensando el impacto.

Para lograrlo se redactara un plan detallado de cada una de las medidas, cuando sean de aplicar y como.

Fase de construcción:

Para reducir las pérdidas de suelo por emisión y la inestabilidad de taludes:

- Revegetación de taludes, terraplenes y superficies desnudas.
- Planificar los movimientos de maquinaria por lugares que no produzcan taludes con excesiva pendiente.
- Estabilización de taludes.
- Destrucción de la vegetación y del hábitat de ciertas especies:
- Elección del emplazamiento final con el cuidado de no ocupar una posible área vegetal de gran valor ecológico.
- Reposición e perdidas y cuidado en la realización de obra.

Para evitar la afección atmosférica:

- Evitar creación excesiva de polvo , mediante rociado con agua de tierras sueltas , acopios , y superficies expuestas.
- Recubrimiento mediante materiales que introduzcan la formación de agregados.

Efectos sobre la calidad de las aguas de la zona:

- Se reducirá el potencial de que haya sólidos en suspensión

- Se tomaran medidas necesarias para que no se produzcan vertidos orientados a la ría próxima.

En fase de explotación:

Efectos sobre la vegetación:

- Servicio de poda , mantenimiento y protección de áreas verdes
- Control de residuos y contaminación

Sobre las condiciones socioeconómicas de la zona:

- Ante la demanda de mano de obra se favorecerá a aquellas personas más necesitadas.
- Talleres de transferencia de destrezas y entrenamiento de operarios para la construcción.

ANEJO 8. SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO DE ESTE ESTUDIO :

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores.

Todo proceso constructivo conlleva una serie de riesgos detectables, frente a los cuales es posible prever una adecuada protección y otros que no son eliminables por completo. Por ello se especificarán medidas y protecciones adecuadas con el fin de reducir al mínimo sus riesgos. Las directrices básicas aquí recogidas deberán ser implantadas por el responsable del proyecto, que deberá designar y preparar a al menos un responsable en materia de seguridad y salud capaz de garantizar la correcta ejecución de las distintas medidas propuestas, así como de instruir al resto de trabajadores en esta materia. Se establecen por lo tanto unas recomendaciones aplicables a las acciones recogidas en el presente proyecto, si bien en el futuro pueden preverse posibles implementaciones al mismo. No se ha podido establecer un presupuesto concreto para Seguridad y Salud pero se establece el mismo como un porcentaje del presupuesto de ejecución material mes a mes. Dicho porcentaje se ha estimado en un 3 %, lo que asciende a 5635,48 €.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

a. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La parcela sobre la que se va a ejecutar la construcción se encuentra en las proximidades de una carretera de tránsito de turistas, desviándose por unos metros por un camino sin asfaltar. Se refiere la obra a la construcción de una casa de acogida, recogiendo todas las unidades de obra típicas del sector de la edificación. Consta ésta de dos edificios de servicios destinados a las aulas, comedores, sanitarios y residencia del personal del orfanato. A estos edificios, se les unen, formando en V y dejando un patio interior, 6 módulos habitacionales, provistos de literas para descanso nocturno de los alumnos.

La estructura de los edificios se consigue mediante vigas y columnas de madera sin forjado con cerramiento de fábrica de bloques de hormigón enfoscado y pintado y cubierta ecológica apoyada sobre una cercha de madera autóctona. Las instalaciones comprenden fontanería y electricidad. Se incluyen así mismo dentro de las obras otras acciones complementarias, como la plantación de árboles, la creación de aulas de estudio al aire libre y a cubierto o el acondicionamiento del patio interior con pistas de juegos, el pozo de bombeo, la instalación eléctrica e incluso un huerto.

El suministro de agua está previsto mediante un sondeo realizado en las proximidades del edificio, del que se extraerá agua a un depósito para su tratamiento y posterior suministro. Se prevé un solo acceso a la obra a través de la carretera no asfaltada.

b. PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.

El presupuesto de ejecución de las labores, materiales y demás elementos necesarios para garantizar la seguridad laboral asciende a CINCO MIL SEISCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS (5635,48 €).

El plazo de ejecución se estima en 11 meses, con una presencia de mano de obra media de 15 personas y máxima de 40.



3. TRABAJOS PREVIOS A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA

Deberá realizarse el vallado del perímetro de la parcela según planos y antes del inicio de la obra.

Las condiciones del vallado deberán ser:

- Tendrá 2 metros de altura.
- Portón para acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.
- Realización de una caseta para acometida general en la que se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4. RIESGOS

a. MOVIMIENTO DE TIERRAS

- Desplome de tierras.
- Desplome de tierras por filtraciones.
- Desprendimiento de tierras por alteración del corte por exposición a la intemperie durante largo tiempo.
- Desprendimiento de tierras por afloramiento del nivel freático.
- Caída de personas, vehículos, maquinaria u objetos desde el borde de coronación de la excavación.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Otros.

b. CIMENTACIONES

- Desplome de tierras.
- Deslizamiento de la coronación de los pozos de cimentación.
- Caída de personas desde el borde de los pozos.
- Dermatitis por contacto con el hormigón.
- Lesiones por heridas punzantes en manos y pies.
- Electrocutión.
- Otros.

c. ESTRUCTURAS

ENCOFRADOS

- Desprendimientos por mal apilado de la madera.
- Golpes en las manos durante la clavazón.
- Vuelcos de los paquetes de madera (tablones, tableros, puntales, correas, soportes, etc.), durante las maniobras de izado a las plantas.
- Caída de madera al vacío durante las operaciones de desencofrado.
- Caída de personas por el borde o huecos del forjado.
- Caída de personas al mismo nivel.

- Cortes al utilizar las sierras de mano.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Golpes en general por objetos.
- Dermatitis por contactos con el cemento.
- Los derivados de trabajos sobre superficies mojadas.

TRABAJOS CON FERRALLA. MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA

- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.
- Aplastamientos durante las operaciones de cargas y descarga de paquetes de ferralla.
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas al mismo nivel (entre plantas, escaleras, etc.).
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.
- Otros.

TRABAJOS DE MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Hundimiento de encofrados.
- Rotura o reventón de encofrados.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pisadas sobre superficies de tránsito.
- Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Atrapamientos.
- Electrocutión. Contactos eléctricos.
- Otros.

d. CUBIERTAS

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos a niveles inferiores.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras
- Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.
- Golpes o cortes por manejo de piezas metálicas.

e. CERRAMIENTOS

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos sobre las personas.
- Golpes contra objetos.
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- Dermatitis por contactos con el cemento.



- Partículas en los ojos.
- Cortes por utilización de máquinas-herramienta.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos, (cortando ladrillos, por ejemplo).
- Sobreesfuerzos.
- Electrocución.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escaleras, andamios, etc.).

f. SANEAMIENTO

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
- Sobreesfuerzos por posturas obligadas, (caminar en cuclillas por ejemplo).
- Dermatitis por contactos con el cemento.

g. ACABADOS

- Golpes por manejo de objetos o herramientas manuales.
- Cortes por manejo de objetos con aristas cortantes o herramientas manuales.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Cortes en los pies por pisadas sobre cascotes y materiales con aristas cortantes.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis por contacto con el cemento.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

h. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes por manejo de las guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Otros.

Riesgos detectables durante las pruebas de conexión y puesta en servicio de las instalaciones más comunes:

- Electrocución o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocución o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocución o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
- Electrocución o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección (disyuntores diferenciales, etc.).
- Electrocución o quemaduras por conexiones directas sin clavijas machohembra.
- Otros.

i. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS

- Caídas al mismo nivel.



- Caídas a distinto nivel.
- Cortes en las manos por objetos y herramientas.
- Atrapamientos entre piezas pesadas.
- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.
- Quemaduras.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

j. ELEMENTOS AUXILIARES. ESCALERAS DE MANO.

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).
- Otros.

k. ENCOFRADOS Y ENLUCIDOS

- Cortes por uso de herramientas, (paletas, paletines, terrajas, miras, etc.).
- Golpes por uso de herramientas, (miras, regles, terrajas, maestras).
- Caídas al vacío.
- Caídas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis de contacto con el cemento y otros aglomerantes.
- Sobreesfuerzos.

l. PINTURA

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos (gotas de pintura, motas de pigmentos).
- Los derivados de los trabajos realizados en atmósferas nocivas (intoxicaciones).
- Contacto con sustancias corrosivas.
- Los derivados de la rotura de las mangueras de los compresores.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

5. MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS

a. MOVIMIENTO DE TIERRAS

- El frente de avance y taludes laterales del vaciado, serán revisados por el Capataz, (Encargado o Servicio de Prevención), antes de reanudar las tareas interrumpidas por cualquier causa, con el fin de detectar las alteraciones del terreno que denoten riesgo de desprendimiento.
- Se señalizará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación, 2 m., al borde del vaciado, (como norma general).



- Se inspeccionarán antes de la reanudación de trabajos interrumpidos por cualquier causa el buen comportamiento de las entibaciones, comunicando cualquier anomalía a la Dirección de la Obra tras haber paralizado los trabajos sujetos al riesgo detectado.
- Se instalará una barrera de seguridad (valla, barandilla, acera, etc.) de protección del acceso peatonal al fondo del vaciado, de separación de la superficie dedicada al tránsito de maquinaria y vehículos.
- Se prohíbe permanecer (o trabajar) al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo, (entibado, etc.).

b. CIMENTACIONES

- No se acopiarán materiales ni se permitirá el paso de vehículos al borde de los pozos de cimentación.
- Se procurará introducir la ferralla totalmente elaborada en el interior de los pozos para no realizar las operaciones de atado en su interior.
- Los vibradores eléctricos estarán conectados a tierra.
- Para las operaciones de hormigonado y vibrado desde posiciones sobre la cimentación se establecerán plataformas de trabajo móviles, formadas por un mínimo de tres tablonos que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

c. ESTRUCTURAS

ENCOFRADOS

- Se recomienda evitar pisar por los tableros excesivamente alabeados, que deberán desecharse de inmediato antes de su puesta.
- Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros a la vez, es decir, sobre las juntas.
- El desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada.
- Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte.
- Terminado el desencofrado, se procederá a un barrido de la planta para retirar los escombros y proceder a su vertido.
- Se cortarán los latiguillos y separadores en los pilares ya ejecutados para evitar el riesgo de cortes y pinchazos al paso de los operarios cerca de ellos.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán listones sobre los fondos de madera de las losas de escalera, para permitir un más seguro tránsito en esta fase y evitar deslizamientos.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán.
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.

TRABAJOS CON FERRALLA. MANIPULACIÓN Y PUESTA EN OBRA

- Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.



- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera.
- La ferralla montada (pilares, parrillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto separado del lugar de montaje.
- Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acopiándose en el lugar determinado para su posterior carga y transporte al vertedero.
- Se efectuará un barrido periódico de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.
- Las maniobras de ubicación "in situ" de ferralla montada se guiarán mediante un equipo de tres hombres; dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

TRABAJOS DE MANIPULACIÓN DEL HORMIGÓN

- Antes del inicio del vertido del hormigón, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones de contención de tierras de los taludes del vaciado que interesan a la zona de muro que se va a hormigonar, para realizar los refuerzos o saneos que fueran necesarios.
- Antes del inicio del hormigonado, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.
- El vertido de hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, en evitación de sobrecargas puntales que puedan deformar o reventar el encofrado.
- Antes del inicio del vertido de hormigón, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de la seguridad de los encofrados, en prevención de accidentes por reventones o derrames.
- Se prohíbe terminantemente, trepar por los encofrados de los pilares o permanecer en equilibrio sobre los mismos.
- Se vigilará el buen comportamiento de los encofrados durante el vertido del hormigón, paralizándolos en el momento que se detecten fallos. No se reanudará el vertido hasta restablecer la estabilidad mermada.
- El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado",
- Se revisará el buen estado de los huecos en el forjado, reinstalando las "tapas" que falten y clavando las sueltas, diariamente.
- Se dispondrán accesos fáciles y seguros para llegar a los lugares de trabajo.
- Se prohíbe concentrar cargas de hormigón en un solo punto. El vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad sin descargas bruscas, y en superficies amplias.
- Se establecerán caminos de circulación sobre las superficies a hormigonar formados por líneas de 3 tablones de anchura total mínima de 60 cm.

d. CUBIERTAS

- El personal encargado de la construcción de la cubierta será conocedor del sistema constructivo más correcto a poner en práctica, en prevención de los riesgos por impericia.
- Se suspenderán los trabajos sobre los faldones con vientos superiores a los 60 Km/h., en prevención del riesgo de caída de personas u objetos.

e. CERRAMIENTOS



- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos para la prevención de caídas.
- Los huecos permanecerán constantemente protegidos con las protecciones instaladas en la fase de estructura, reponiéndose las protecciones deterioradas.
- Todas las zonas en las que haya que trabajar estarán suficientemente iluminadas.
- Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros periódicamente, para evitar las acumulaciones innecesarias.
- Se prohíbe concentrar las cargas de bloques sobre vanos.
- Se prohíbe lanzar cascotes directamente por las aberturas de fachadas, o huecos interiores.
- Se prohíbe trabajar junto a los paramentos recién levantados antes de transcurridas 48 horas. Si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, pueden derrumbarse sobre el personal.

f. SANEAMIENTO

- Los tubos para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que por cualquier causa los conductos se deslicen o rueden.

g. ACABADOS

- Los tajos se limpiarán de "recortes" y "desperdicios".
- Los andamios sobre borriquetas a utilizar, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a los 60 cm. (3 tablones trabados entre sí)
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas para formar andamios, bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las cajas de plaqueta en acopio, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezo.

h. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Se recomienda que en este caso las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.



- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

i. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA Y APARATOS SANITARIOS

- Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avance, apilando el escombros para su vertido, para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.
- Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.
- Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.
- Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura en evitación de incendios.

j. ELEMENTOS AUXILIARES. ESCALERAS DE MANO

- Las escaleras de madera a utilizar en esta obra, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos.

k. ENFOSCADOS Y ENLUCIDOS

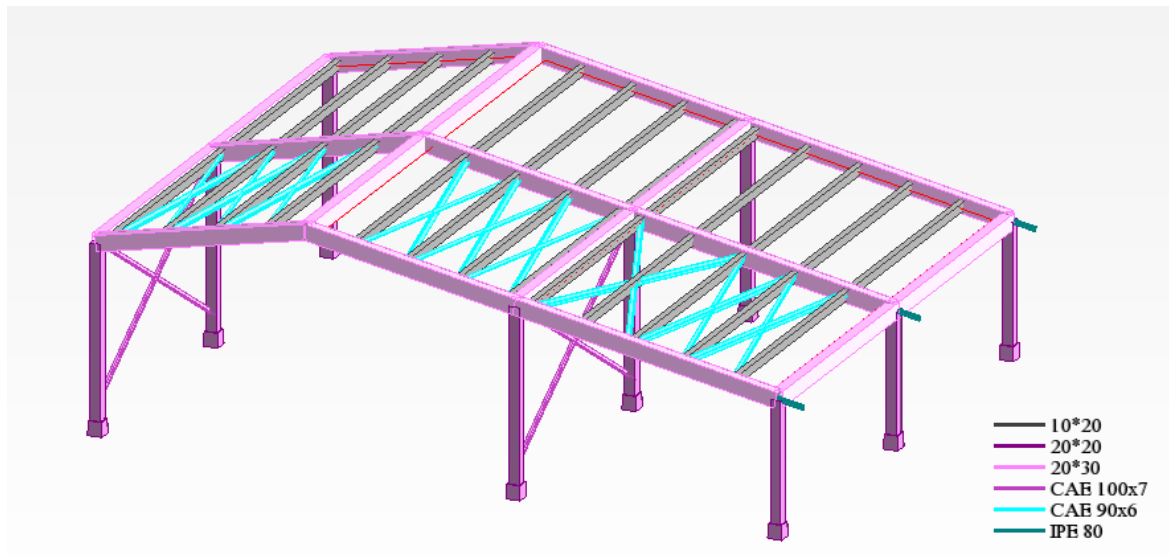
- En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón.
- Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar enyesados (y asimilables) de techos, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.
- Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.

l. PINTURA

- Las pinturas, (los barnices, disolventes, etc.), se almacenarán en lugares bien ventilados.
- Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén de pinturas.
- Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando (ventanas y puertas abiertas).
- Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de una anchura mínima de 60 cm. (tres tablones trabados), para evitar los accidentes por trabajos realizados sobre superficies angostas.

- Se prohíbe la formación de andamios a base de un tablón apoyado en los peldaños de dos escaleras de mano, tanto de los de apoyo libre como de las de tijera, para evitar el riesgo de caída a distinto nivel.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de suministro de energía sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.
- Se advertirá al personal encargado de manejar disolventes orgánicos (o pigmentos tóxicos) de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.
- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión (o de incendio).

ANEXO I: NOTA DE CÁLCULO COMPLETA. MÓDULO DE HABITACIONES:



NORMATIVA, MATERIAL Y DATOS DE LAS SECCIONES

NORMA: [EN 1995-1:2004/A1:2008](#)

MATERIAL MADERA



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*20

ht=2000.0 cm	Ay=200.00 cm ²	Az=200.00 cm ²	Ax=400.00 cm ²
bf=2000.0 cm	Iy=13333.33 cm ⁴	Iz=13333.33 cm ⁴	Ix=22493.3 cm ⁴
ea=1000.0 cm	Wely=1333.33 cm ³	Welz=1333.33 cm ³	
es=1000.0 cm			



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*30

ht=3000.0 cm	Ay=240.00 cm ²	Az=360.00 cm ²	Ax=600.00 cm ²
bf=2000.0 cm	Iy=45000.00 cm ⁴	Iz=20000.00 cm ⁴	Ix=46400.0 cm ⁴
ea=1000.0 cm	Wely=3000.00 cm ³	Welz=2000.00 cm ³	
es=1000.0 cm			



PARAMETROS DE LA SECCION: 10*18

ht=18.0 cm	Ay=64.29 cm ²	Az=115.71 cm ²	Ax=180.00 cm ²
bf=10.0 cm	Iy=4860.00 cm ⁴	Iz=1500.00 cm ⁴	Ix=3900.0 cm ⁴
ea=5.0 cm	Wely=540.00 cm ³	Welz=300.00 cm ³	
es=5.0 cm			

VERIFICACIÓN DE LAS BARRAS

BARRA: 1

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 13.38/400.00 = 0.33 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 9.37/1333.33 = 7.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.29/1333.33 = 0.22 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.10/400.00 = 0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -4.63/400.00 = -0.17 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tort,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 0.60$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 3.30 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 57.16$
 $\text{Lambda}_{rel Y} = 1.00$ $k_y = 1.03$
 $LF_Y = 3.30 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.77$



respecto al eje Z:

$L_Z = 3.30 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 57.16$
 $\text{Lambda}_{rel Z} = 1.00$ $k_z = 1.03$
 $LF_Z = 3.30 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.77$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{cy} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.81 < 1.00 \text{ (6.23)}$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.28 < 1.00 \text{ (6.13-4)}$

Perfil correcto !!!

BARRA: 2

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /19/ 1*1.35 + 2*1.50 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.05

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 28.02/400.00 = 0.70 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 8.19/1333.33 = 6.14 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 1.23/1333.33 = 0.92 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -3.54/400.00 = -0.13 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 4.40/400.00 = 0.17 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tort,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 3.30 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 57.16$
 $\text{Lambda}_{rel Y} = 1.00$ $k_y = 1.03$
 $LF_Y = 3.30 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.77$



respecto al eje Z:

$L_Z = 3.30 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 57.16$
 $\text{Lambda}_{rel Z} = 1.00$ $k_z = 1.03$
 $LF_Z = 3.30 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.77$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{cy} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.45 < 1.00 \text{ (6.23)}$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.12 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.14 < 1.00 \text{ (6.13-4)}$

Perfil correcto !!!

BARRA: 3



CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /25/ 1*1.35 + 2*1.50 + 5*1.05 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 7.72/400.00 = 0.19 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 7.26/1333.33 = 5.44 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 1.62/1333.33 = 1.22 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 2.55/400.00 = 0.10 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 6.40/400.00 = 0.24 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 12.96 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 14.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 14.26 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.44 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 0.90$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 2.30 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 39.84$
 $\text{Lambda}_{rel Y} = 0.69$ $k_y = 0.76$
 $LF_Y = 2.30 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.93$



respecto al eje Z:

$L_Z = 2.30 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 39.84$
 $\text{Lambda}_{rel Z} = 0.69$ $k_z = 0.76$
 $LF_Z = 2.30 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.93$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_c \cdot y \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.46 < 1.00 \quad (6.23)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.10 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.25 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 4

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 3.06/600.00 = 0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 11.75/3000.00 = 3.92 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.90/2000.00 = 0.45 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 1.05/600.00 = 0.03 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.04/600.00 = -0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.17 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.20 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 0.60$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.08 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel m} = 0.37$
 $\text{Sig}_{cr} = 130.86 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.46 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.92/(1.00 \cdot 9.26) = 0.42 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.19 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.17 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 5

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 5.28/600.00 = 0.09 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$



$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 16.93/3000.00 = 5.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.01/2000.00 = 0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.40/600.00 = -0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 13.30/600.00 = 0.33 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.05 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$km = 0.70$ $kh = 1.10$ $kmod = 0.60$ $Ksys = 1.00$ $kcr = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$lef = 4.08 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.37$
 $\text{Sig}_{cr} = 130.86 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.61 < 1.00$ (6.19)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.64/(1.00 \cdot 9.26) = 0.61 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d}/kcr + \text{Tau}_{tory,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.05 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/kcr + \text{Tau}_{torz,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.56 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 6

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -1.27/600.00 = -0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -12.80/3000.00 = -4.27 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -0.22/2000.00 = -0.11 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -1.00/600.00 = -0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 9.26/600.00 = 0.23 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.05 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$km = 0.70$ $kh = 1.10$ $kmod = 0.60$ $Ksys = 1.00$ $kcr = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$lef = 5.10 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.41$
 $\text{Sig}_{cr} = 104.69 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.47 < 1.00$ (6.17)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.27/(1.00 \cdot 9.26) = 0.46 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d}/kcr + \text{Tau}_{tory,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.08 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/kcr + \text{Tau}_{torz,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.40 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 8

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 21.87/400.00 = 0.55 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 13.63/1333.33 = 10.23 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.06/1333.33 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.04/400.00 = 0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -6.71/400.00 = -0.25 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

LY = 3.30 m Lambda Y = 45.16
Lambda_rel Y = 1.00 ky = 1.03
LFY = 3.30 m kcy = 0.77



respecto al eje Z:

LZ = 3.30 m Lambda Z = 45.16
Lambda_rel Z = 1.00 kz = 1.03
LFZ = 3.30 m kcz = 0.77

FORMULAS DE VERIFICACION:

(Sig_c,0,d/kc,y*f c,0,d) + Sig_m,y,d/f m,y,d + km*Sig_m,z,d/f m,z,d = 0.91 < 1.00 (6.23)
(Tau y,d/kcr+Tau tory,d/kshape)/f v,d = 0.00 < 1.00 (Tau z,d/kcr+Tau torz,d/kshape)/f v,d = 0.39 < 1.00 (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 9

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /3/ 1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

Sig_c,0,d = N/Ax = 66.69/400.00 = 1.67 MPa
Sig_m,y,d = MY/Wy = 11.43/1333.33 = 8.57 MPa
Sig_m,z,d = MZ/Wz = 0.08/1333.33 = 0.06 MPa
Tau y,d = 1.5*0.10/400.00 = 0.00 MPa
Tau z,d = 1.5*5.92/400.00 = 0.22 MPa
Tau tory,d = 0.00 MPa, Tau torz,d = 0.00 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f c,0,d = 15.84 MPa
f m,y,d = 17.42 MPa
f m,z,d = 17.42 MPa
f v,d = 1.76 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

LY = 3.30 m Lambda Y = 57.16
Lambda_rel Y = 1.00 ky = 1.03
LFY = 3.30 m kcy = 0.77



respecto al eje Z:

LZ = 3.30 m Lambda Z = 57.16
Lambda_rel Z = 1.00 kz = 1.03
LFZ = 3.30 m kcz = 0.77

FORMULAS DE VERIFICACION:

(Sig_c,0,d/kc,y*f c,0,d) + Sig_m,y,d/f m,y,d + km*Sig_m,z,d/f m,z,d = 0.63 < 1.00 (6.23)
(Tau y,d/kcr+Tau tory,d/kshape)/f v,d = 0.01 < 1.00 (Tau z,d/kcr+Tau torz,d/kshape)/f v,d = 0.19 < 1.00 (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 10

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /19/ 1*1.35 + 2*1.50 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.05

TENSIONES

Sig_c,0,d = N/Ax = 19.77/400.00 = 0.49 MPa
Sig_m,y,d = MY/Wy = 11.37/1333.33 = 8.53 MPa
Sig_m,z,d = MZ/Wz = 1.23/1333.33 = 0.92 MPa
Tau y,d = 1.5*1.04/400.00 = 0.04 MPa
Tau z,d = 1.5*10.81/400.00 = 0.41 MPa
Tau tory,d = 0.01 MPa, Tau torz,d = 0.01 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f c,0,d = 15.84 MPa
f m,y,d = 17.42 MPa
f m,z,d = 17.42 MPa
f v,d = 1.76 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

LY = 2.30 m Lambda Y = 39.84
Lambda_rel Y = 0.69 ky = 0.76
LFY = 2.30 m kcy = 0.93



respecto al eje Z:

LZ = 2.30 m Lambda Z = 39.84
Lambda_rel Z = 0.69 kz = 0.76
LFZ = 2.30 m kcz = 0.93

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_c \cdot y^* f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.56 < 1.00$ (6.23)
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.35 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 11

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 8.84/600.00 = 0.15$ MPa
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 17.03/3000.00 = 5.68$ MPa
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.51/2000.00 = 0.25$ MPa
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.54/600.00 = -0.01$ MPa
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.75/600.00 = -0.02$ MPa
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.04$ MPa, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.04$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64$ MPa
 $f_{m,y,d} = 9.26$ MPa
 $f_{m,z,d} = 9.50$ MPa
 $f_{v,d} = 0.96$ MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.08 m Lambda_rel m = 0.37
Sig_cr = 130.86 MPa k_crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.63 < 1.00$ (6.19)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.68/(1.00 \cdot 9.26) = 0.61 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 12

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 13.67/600.00 = 0.23$ MPa
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 26.03/3000.00 = 8.68$ MPa
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.33/2000.00 = 0.17$ MPa
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.06/600.00 = 0.00$ MPa
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 20.96/600.00 = 0.52$ MPa
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.02$ MPa, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.02$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64$ MPa
 $f_{m,y,d} = 9.26$ MPa
 $f_{m,z,d} = 9.50$ MPa
 $f_{v,d} = 0.96$ MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.08 m Lambda_rel m = 0.37



$\text{Sig}_{cr} = 130.86 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.95 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.68/(1.00 \cdot 9.26) = 0.94 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.83 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 13

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 9 / 1 \cdot 1.35 + 6 \cdot 1.35$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 2.98/600.00 = 0.05 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 20.01/3000.00 = 6.67 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.29/2000.00 = 0.14 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.02/600.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 15.42/600.00 = 0.39 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tort,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{tort,z,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 5.10 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel} = 0.41$$

$$\text{Sig}_{cr} = 104.69 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.73 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.67/(1.00 \cdot 9.26) = 0.72 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.61 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 15

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 9 / 1 \cdot 1.35 + 6 \cdot 1.35$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 11.84/400.00 = 0.30 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 8.16/1333.33 = 6.12 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.34/1333.33 = 0.26 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.16/400.00 = -0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -4.02/400.00 = -0.15 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tort,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{tort,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$L_Y = 3.30 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Y = 57.16$$

$$\text{Lambda}_{rel} = 1.00$$

$$k_y = 1.03$$

$$L_{FY} = 3.30 \text{ m}$$

$$k_{cy} = 0.77$$



respecto al eje Z:

$$L_Z = 3.30 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Z = 57.16$$

$$\text{Lambda}_{rel} = 1.00$$

$$k_z = 1.03$$

$$L_{FZ} = 3.30 \text{ m}$$

$$k_{cz} = 0.77$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_c \gamma^* f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.71 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.24 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 16

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 3 / 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 0.90 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 34.80/400.00 = 0.87 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 7.44/1333.33 = 5.58 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.41/1333.33 = 0.31 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 1.94/400.00 = 0.07 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 3.86/400.00 = 0.14 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 3.30 \text{ m}$
 $\text{Lambda}_{rel Y} = 1.00$
 $L_{FY} = 3.30 \text{ m}$
 $\text{Lambda Y} = 57.16$
 $k_y = 1.03$
 $k_{cy} = 0.77$



respecto al eje Z:

$L_Z = 3.30 \text{ m}$
 $\text{Lambda}_{rel Z} = 1.00$
 $L_{FZ} = 3.30 \text{ m}$
 $\text{Lambda Z} = 57.16$
 $k_z = 1.03$
 $k_{cz} = 0.77$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_c \gamma^* f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.40 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.13 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 17

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 25 / 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 6.36/400.00 = 0.16 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 6.00/1333.33 = 4.50 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.32/1333.33 = 0.24 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -1.54/400.00 = -0.06 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 5.38/400.00 = 0.20 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 12.96 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 14.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 14.26 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.44 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 0.90 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 2.30 \text{ m}$
 $\text{Lambda}_{rel Y} = 0.69$
 $L_{FY} = 2.30 \text{ m}$
 $\text{Lambda Y} = 39.84$
 $k_y = 0.76$
 $k_{cy} = 0.93$



respecto al eje Z:

$L_Z = 2.30 \text{ m}$
 $\text{Lambda}_{rel Z} = 0.69$
 $L_{FZ} = 2.30 \text{ m}$
 $\text{Lambda Z} = 39.84$
 $k_z = 0.76$
 $k_{cz} = 0.93$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_c \gamma^* f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.34 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.21 < 1.00 \quad (6.13-4)$$



Perfil correcto !!!

BARRA: 18

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 3.69/600.00 = 0.06 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 10.26/3000.00 = 3.42 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 1.60/2000.00 = 0.80 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.61/600.00 = 0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.46/600.00 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.15 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.17 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 0.60$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.08 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.37$
 $\text{Sig}_{cr} = 130.86 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.43 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.42/(1.00 \cdot 9.26) = 0.37 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.15 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.17 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 19

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 5.85/600.00 = 0.10 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 14.77/3000.00 = 4.92 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 1.02/2000.00 = 0.51 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 1.46/600.00 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 11.49/600.00 = 0.29 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 0.60$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.08 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.37$
 $\text{Sig}_{cr} = 130.86 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.92/(1.00 \cdot 9.26) = 0.53 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.45 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!



BARRA: 20

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 0.38/600.00 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 11.13/3000.00 = 3.71 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.07/2000.00 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.64/600.00 = -0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 8.14/600.00 = 0.20 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.05 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.06 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 0.60$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 5.10 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.41$
 $\text{Sig}_{cr} = 104.69 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.40 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.71/(1.00 \cdot 9.26) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.37 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 22

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -3.18/600.00 = -0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -1.58/3000.00 = -0.53 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -0.49/2000.00 = -0.24 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.17/600.00 = -0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 1.68/600.00 = -0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.05 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.05 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 0.60$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 5.00 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.41$
 $\text{Sig}_{cr} = 106.76 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.08 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.53/(1.00 \cdot 9.26) = 0.06 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.11 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 23

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -1.35/600.00 = -0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$



$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -1.41/3000.00 = -0.47 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -1.19/2000.00 = -0.60 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.49/600.00 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 1.62/600.00 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.06 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.07 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 0.60$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 5.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.41$
 $\text{Sig}_{cr} = 106.76 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.10 < 1.00 \quad (6.18)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.47/(1.00 \cdot 9.26) = 0.05 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.12 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 24

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.98/200.00 = 0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 3.42/666.67 = 5.14 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.68/333.33 = 2.05 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.05 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.06 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.38 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.14/(1.00 \cdot 17.42) = 0.29 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 25

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.90/200.00 = 0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 3.42/666.67 = 5.14 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.68/333.33 = 2.05 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.06 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.07 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

lel = 4.50 m Lambda_rel m = 0.61
Sig_cr = 48.34 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.38 < 1.00$ (6.19)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.14/(1.00 \cdot 17.42) = 0.29 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 26

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.23/200.00 = 0.01$ MPa
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 5.35/666.67 = 8.03$ MPa
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 1.07/333.33 = 3.21$ MPa
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.06$ MPa, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.07$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84$ MPa
 $f_{m,y,d} = 17.42$ MPa
 $f_{m,z,d} = 17.42$ MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lel = 4.50 m Lambda_rel m = 0.61
Sig_cr = 48.34 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00$ (6.19)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 27

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.45/200.00 = 0.02$ MPa
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 5.35/666.67 = 8.03$ MPa
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 1.07/333.33 = 3.21$ MPa
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.06$ MPa, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.08$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84$ MPa
 $f_{m,y,d} = 17.42$ MPa
 $f_{m,z,d} = 17.42$ MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lel = 4.50 m Lambda_rel m = 0.61
Sig_cr = 48.34 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00$ (6.19)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00$ (6.13-4)



Perfil correcto !!!

BARRA: 28

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 0.34/200.00 = 0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 5.35/666.67 = 8.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 1.07/333.33 = 3.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.05 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 29

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -1.06/200.00 = -0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -5.35/666.67 = -8.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -1.07/333.33 = -3.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.05 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.06 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 30

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

TENSIONES ADMISIBLES:

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 3.41/200.00 = 0.17 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 5.06/666.67 = 7.59 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 1.01/333.33 = 3.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$km = 0.70$ $kh = 1.10$ $kmod = 1.10$ $Ksys = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.56 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 7.59/(1.00*17.42) = 0.44 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 31

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 3.17/200.00 = 0.16 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 5.06/666.67 = 7.59 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 1.01/333.33 = 3.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$km = 0.70$ $kh = 1.10$ $kmod = 1.10$ $Ksys = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.56 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 7.59/(1.00*17.42) = 0.44 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 32

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 3/ 1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 1.92/600.00 = 0.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.38/3000.00 = 0.79 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.38/2000.00 = 0.19 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5*-0.15/600.00 = -0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5*5.46/600.00 = 0.14 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales



km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 5.00 m Lambda_rel m = 0.41
Sig_cr = 106.76 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.05 < 1.00$ (6.19)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.79/(1.00 \cdot 16.98) = 0.05 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.12 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 33

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.94/600.00 = -0.02$ MPa
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -1.29/3000.00 = -0.43$ MPa
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.11/2000.00 = -0.06$ MPa
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.04/600.00 = 0.00$ MPa
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -3.34/600.00 = -0.08$ MPa
 $\text{Tau}_{t,0,y,d} = 0.01$ MPa, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.01$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 5.81$ MPa
 $f_{m,y,d} = 9.26$ MPa
 $f_{m,z,d} = 9.50$ MPa
 $f_{v,d} = 0.96$ MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 5.00 m Lambda_rel m = 0.41
Sig_cr = 106.76 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.05 < 1.00$ (6.17)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.43/(1.00 \cdot 9.26) = 0.05 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.14 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 34

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 3.03/200.00 = 0.15$ MPa
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 5.06/666.67 = 7.59$ MPa
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 1.01/333.33 = 3.04$ MPa
 $\text{Tau}_{t,0,y,d} = 0.03$ MPa, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.03$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84$ MPa
 $f_{m,y,d} = 17.42$ MPa
 $f_{m,z,d} = 17.42$ MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.50 m Lambda_rel m = 0.61
Sig_cr = 48.34 MPa k crit = 1.00



FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.56 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.59/(1.00 \cdot 17.42) = 0.44 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 35

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 2.23/200.00 = 0.11 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 5.06/666.67 = 7.59 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 1.01/333.33 = 3.04 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.03 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.04 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.61$$

$$\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.56 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.59/(1.00 \cdot 17.42) = 0.44 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 36

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.33/200.00 = 0.02 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 5.35/666.67 = 8.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 1.07/333.33 = 3.21 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.06 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.61$$

$$\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 37

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -0.88/200.00 = -0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -5.35/666.67 = -8.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -1.07/333.33 = -3.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.05 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.06 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 38

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 0.27/200.00 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 5.35/666.67 = 8.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 1.07/333.33 = 3.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.05 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.06 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 39

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 0.36/200.00 = 0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 5.35/666.67 = 8.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 1.07/333.33 = 3.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.05 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.07 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales



km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.50 m Lambda_rel m = 0.61
Sig_cr = 48.34 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00$ (6.19)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 40

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.95/200.00 = 0.05$ MPa
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 3.42/666.67 = 5.14$ MPa
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.68/333.33 = 2.05$ MPa
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.02$ MPa, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.03$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84$ MPa
 $f_{m,y,d} = 17.42$ MPa
 $f_{m,z,d} = 17.42$ MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.50 m Lambda_rel m = 0.61
Sig_cr = 48.34 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.38 < 1.00$ (6.19)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.14/(1.00 \cdot 17.42) = 0.29 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 41

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 1.15/200.00 = 0.06$ MPa
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 3.42/666.67 = 5.14$ MPa
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.68/333.33 = 2.05$ MPa
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.03$ MPa, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.04$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84$ MPa
 $f_{m,y,d} = 17.42$ MPa
 $f_{m,z,d} = 17.42$ MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.50 m Lambda_rel m = 0.61
Sig_cr = 48.34 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.38 < 1.00$ (6.19)



$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.14/(1.00 \cdot 17.42) = 0.29 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 42

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -3.70/600.00 = -0.06 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -1.63/3000.00 = -0.54 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -0.20/2000.00 = -0.10 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.07/600.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -1.84/600.00 = -0.05 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 5.00 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.41$$

$$\text{Sig}_{cr} = 106.76 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.08 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.54/(1.00 \cdot 9.26) = 0.06 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.09 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!

BARRA: 43

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.90/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -1.55/3000.00 = -0.52 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -0.80/2000.00 = -0.40 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.34/600.00 = -0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 1.78/600.00 = 0.04 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 5.00 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.41$$

$$\text{Sig}_{cr} = 106.76 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.09 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.52/(1.00 \cdot 9.26) = 0.06 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.09 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 44

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 0.49/200.00 = 0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 3.42/666.67 = 5.14 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.68/333.33 = 2.05 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.38 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.14/(1.00 \cdot 17.42) = 0.29 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 45

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 0.87/200.00 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 3.42/666.67 = 5.14 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.68/333.33 = 2.05 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.38 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.14/(1.00 \cdot 17.42) = 0.29 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 46

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -0.02/200.00 = -0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -5.35/666.67 = -8.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -1.07/333.33 = -3.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales



km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.50 m Lambda_rel m = 0.61
Sig_cr = 48.34 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$Sig_{t,0,d}/f_{t,0,d} + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot Sig_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00$ (6.17)
 $Sig_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00$ (6.33)
 $(Tau_{y,d} + Tau_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(Tau_{z,d} + Tau_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 47

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$Sig_{c,0,d} = N/A_x = 0.10/200.00 = 0.01$ MPa
 $Sig_{m,y,d} = MY/W_y = 5.35/666.67 = 8.03$ MPa
 $Sig_{m,z,d} = MZ/W_z = 1.07/333.33 = 3.21$ MPa
 $Tau_{tory,d} = 0.01$ MPa, $Tau_{torz,d} = 0.01$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84$ MPa
 $f_{m,y,d} = 17.42$ MPa
 $f_{m,z,d} = 17.42$ MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.50 m Lambda_rel m = 0.61
Sig_cr = 48.34 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(Sig_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot Sig_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00$ (6.19)
 $Sig_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00$ (6.33)
 $(Tau_{y,d} + Tau_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(Tau_{z,d} + Tau_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 48

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$Sig_{c,0,d} = N/A_x = 0.21/200.00 = 0.01$ MPa
 $Sig_{m,y,d} = MY/W_y = 5.35/666.67 = 8.03$ MPa
 $Sig_{m,z,d} = MZ/W_z = 1.07/333.33 = 3.21$ MPa
 $Tau_{tory,d} = 0.01$ MPa, $Tau_{torz,d} = 0.01$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84$ MPa
 $f_{m,y,d} = 17.42$ MPa
 $f_{m,z,d} = 17.42$ MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.50 m Lambda_rel m = 0.61
Sig_cr = 48.34 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(Sig_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot Sig_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00$ (6.19)



$$\text{Sig}_{m,y,d}/(\text{krit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{\text{tort,d}}/\text{kshape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{\text{torz,d}}/\text{kshape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 49

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.01/200.00 = -0.00 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -5.35/666.67 = -8.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -1.07/333.33 = -3.21 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{\text{tort,d}} = 0.01 \text{ MPa}, \text{Tau}_{\text{torz,d}} = 0.01 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{\text{mod}} = 1.10 \quad K_{\text{sys}} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 4.50 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.61$$

$$\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(\text{krit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{\text{tort,d}}/\text{kshape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{\text{torz,d}}/\text{kshape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 50

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.02/200.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 5.35/666.67 = 8.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 1.07/333.33 = 3.21 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{\text{tort,d}} = 0.00 \text{ MPa}, \text{Tau}_{\text{torz,d}} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{\text{mod}} = 1.10 \quad K_{\text{sys}} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 4.50 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.61$$

$$\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(\text{krit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{\text{tort,d}}/\text{kshape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{\text{torz,d}}/\text{kshape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 51

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50



TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.20/200.00 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 5.35/666.67 = 8.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = 1.07/333.33 = 3.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.59 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 8.03/(1.00 \cdot 17.42) = 0.46 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 52

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.28/200.00 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 5.11/666.67 = 7.67 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = 1.02/333.33 = 3.07 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.50 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.61$
 $\text{Sig}_{cr} = 48.34 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.56 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.67/(1.00 \cdot 17.42) = 0.44 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

Perfil correcto !!!

BARRA: 53

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.12/200.00 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 5.11/666.67 = 7.67 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = 1.02/333.33 = 3.07 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 4.50 m Lambda_{rel} m = 0.61
Sig_{cr} = 48.34 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

(Sig_{c,0,d}/f_{c,0,d})² + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km*Sig_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.56 < 1.00 (6.19)
Sig_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 7.67/(1.00*17.42) = 0.44 < 1.00 (6.33)
(Tau_{y,d}+Tau_{tory,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 (Tau_{z,d}+Tau_{torz,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 54

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

Sig_{t,0,d} = N/Ax = -0.30/600.00 = -0.00 MPa
Sig_{m,y,d} = MY/Wy = -1.79/3000.00 = -0.60 MPa
Sig_{m,z,d} = MZ/Wz = -0.51/2000.00 = -0.26 MPa
Tau_{y,d} = 1.5*0.20/600.00 = 0.00 MPa
Tau_{z,d} = 1.5*-2.15/600.00 = -0.05 MPa
Tau_{tory,d} = 0.01 MPa, Tau_{torz,d} = 0.01 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f_{t,0,d} = 5.81 MPa
f_{m,y,d} = 9.26 MPa
f_{m,z,d} = 9.50 MPa
f_{v,d} = 0.96 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 0.60 K_{sys} = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 5.00 m Lambda_{rel} m = 0.41
Sig_{cr} = 106.76 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

Sig_{t,0,d}/f_{t,0,d} + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km*Sig_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.08 < 1.00 (6.17)
Sig_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 0.60/(1.00*9.26) = 0.06 < 1.00 (6.33)
(Tau_{y,d}/kcr+Tau_{tory,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 (Tau_{z,d}/kcr+Tau_{torz,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.09 < 1.00 (6.13-4)

Perfil correcto !!!

BARRA: 55

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

Sig_{t,0,d} = N/Ax = -0.40/600.00 = -0.01 MPa
Sig_{m,y,d} = MY/Wy = -2.48/3000.00 = -0.83 MPa
Sig_{m,z,d} = MZ/Wz = -0.43/2000.00 = -0.21 MPa
Tau_{y,d} = 1.5*-0.18/600.00 = -0.00 MPa
Tau_{z,d} = 1.5*2.49/600.00 = 0.06 MPa
Tau_{tory,d} = 0.01 MPa, Tau_{torz,d} = 0.01 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f_{t,0,d} = 5.81 MPa
f_{m,y,d} = 9.26 MPa
f_{m,z,d} = 9.50 MPa
f_{v,d} = 0.96 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 0.60 K_{sys} = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 5.00 m Lambda_{rel} m = 0.41
Sig_{cr} = 106.76 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

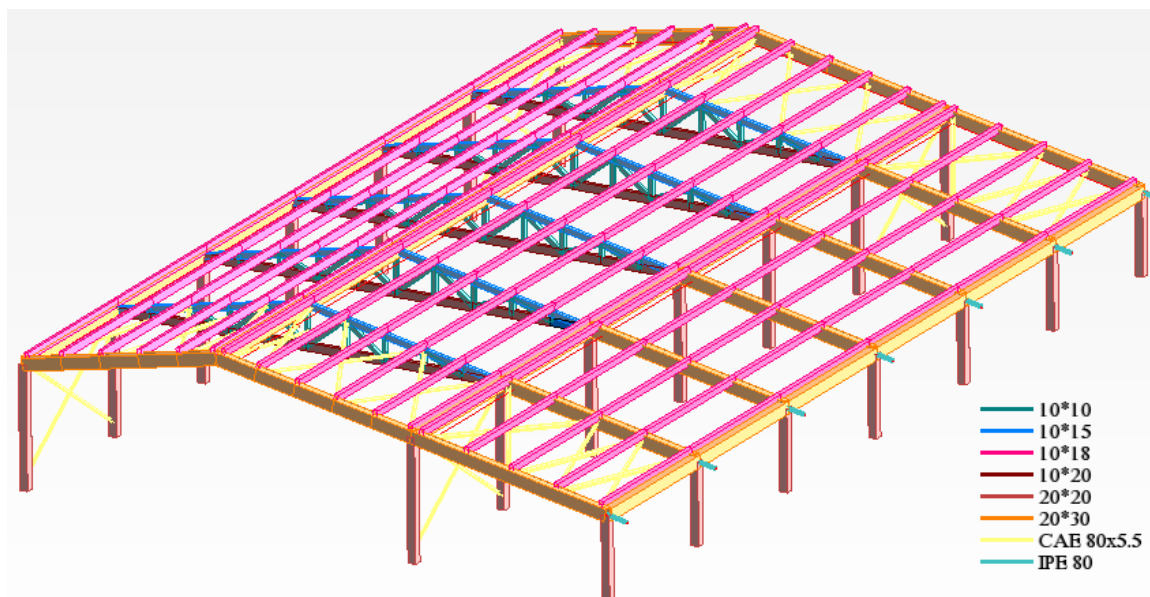
$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.11 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.83/(1.00 \cdot 9.26) = 0.09 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.11 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

Perfil correcto !!!

ANEXO II: NOTA DE CÁLCULO COMPLETA. EDIFICIO PRINCIPAL:



NORMATIVA, MATERIAL Y DATOS DE LAS SECCIONES

NORMA: [EN 1995-1:2004/A1:2008](#)

MATERIAL MADERA

$g_M = 1.25$	$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 2.00 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.30 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 4.80 \text{ MPa}$	$E_{0,medio} = 9000.00$
MPa			
$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$	$G_{medio} = 700.00 \text{ MPa}$	Clase de servicio: 1	Beta c = 0.10



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*20

$h_t = 20.0 \text{ cm}$	$A_y = 200.00 \text{ cm}^2$	$A_z = 200.00 \text{ cm}^2$	$A_x = 400.00 \text{ cm}^2$
$b_f = 20.0 \text{ cm}$	$I_y = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_z = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_x = 22493.3 \text{ cm}^4$
$e_a = 10.0 \text{ cm}$	$W_{el,y} = 1333.33 \text{ cm}^3$	$W_{el,z} = 1333.33 \text{ cm}^3$	
$e_s = 10.0 \text{ cm}$			



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*30

$h_t = 30.0 \text{ cm}$	$A_y = 240.00 \text{ cm}^2$	$A_z = 360.00 \text{ cm}^2$	$A_x = 600.00 \text{ cm}^2$
$b_f = 20.0 \text{ cm}$	$I_y = 45000.00 \text{ cm}^4$	$I_z = 20000.00 \text{ cm}^4$	$I_x = 46400.0 \text{ cm}^4$
$e_a = 10.0 \text{ cm}$	$W_{el,y} = 3000.00 \text{ cm}^3$	$W_{el,z} = 2000.00 \text{ cm}^3$	
$e_s = 10.0 \text{ cm}$			



PARAMETROS DE LA SECCION: 10*18

$h_t = 18.0 \text{ cm}$	$A_y = 64.29 \text{ cm}^2$	$A_z = 115.71 \text{ cm}^2$	$A_x = 180.00 \text{ cm}^2$
$b_f = 10.0 \text{ cm}$	$I_y = 4860.00 \text{ cm}^4$	$I_z = 1500.00 \text{ cm}^4$	$I_x = 3900.0 \text{ cm}^4$
$e_a = 5.0 \text{ cm}$	$W_{el,y} = 540.00 \text{ cm}^3$	$W_{el,z} = 300.00 \text{ cm}^3$	
$e_s = 5.0 \text{ cm}$			

VERIFICACIÓN DE LAS BARRAS

BARRA: **1**

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 9.20/400.00 = 0.23 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 14.43/1333.33 = 10.82 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.17/1333.33 = 0.13 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.12/400.00 = -0.00 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -9.08/400.00 = -0.34 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.03 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.03 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$L_Y = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel Y} = 0.91$$

$$L_{FY} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Y = 51.96$$

$$k_y = 0.94$$

$$k_{cy} = 0.84$$



respecto al eje Z:

$$L_Z = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel Z} = 0.91$$

$$L_{FZ} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Z = 51.96$$

$$k_z = 0.94$$

$$k_{cz} = 0.84$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.64 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.30 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$$v_x = 1.1 \text{ cm} < v_{max,x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS} / 2/ 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$$

$$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{max,y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS} / 2/ 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$$

Perfil correcto !!!

BARRA: **2**

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 3/ 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 0.90 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 38.79/400.00 = 0.97 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 6.34/1333.33 = 4.75 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 5.41/1333.33 = 4.05 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 14.48/400.00 = 0.54 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 4.98/400.00 = 0.19 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$L_Y = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel Y} = 0.91$$

$$L_{FY} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Y = 51.96$$

$$k_y = 0.94$$

$$k_{cy} = 0.84$$



respecto al eje Z:

$$L_Z = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel Z} = 0.91$$

$$L_{FZ} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Z = 51.96$$

$$k_z = 0.94$$

$$k_{cz} = 0.84$$



FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_c \cdot y \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.47 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.17 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$$v_x = 0.4 \text{ cm} < v_{\max,x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS /4/ } 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.60 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$$

$$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{\max,y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS /4/ } 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.60 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 3

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS /1/ } 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 12.84/400.00 = 0.32 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 7.82/1333.33 = 5.86 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 3.28/1333.33 = 2.46 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 2.03/400.00 = -0.08 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 7.44/400.00 = 0.28 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$L_Y = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel Y} = 0.60$$

$$L_{FY} = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda Y} = 34.65$$

$$k_y = 0.70$$

$$k_{cy} = 0.96$$



respecto al eje Z:

$$L_Z = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel Z} = 0.60$$

$$L_{FZ} = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda Z} = 34.65$$

$$k_z = 0.70$$

$$k_{cz} = 0.96$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_c \cdot y \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.46 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.08 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.25 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$$v_x = 0.4 \text{ cm} < v_{\max,x} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS /4/ } 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.60 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$$

$$v_y = 0.2 \text{ cm} < v_{\max,y} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS /2/ } 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 4

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS /9/ } 1 \cdot 1.35 + 6 \cdot 1.35$$



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*30

$$h_t = 30.0 \text{ cm}$$

bf=20.0 cm	Ay=240.00 cm ²	Az=360.00 cm ²	Ax=600.00 cm ²
ea=10.0 cm	Iy=45000.00 cm ⁴	Iz=20000.00 cm ⁴	Ix=46400.0 cm ⁴
es=10.0 cm	Wey=3000.00 cm ³	Welz=2000.00 cm ³	

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 29.52/600.00 = 0.49 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 7.01/3000.00 = 2.34 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 1.18/2000.00 = 0.59 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -8.44/600.00 = -0.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 6.07/600.00 = 0.15 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.09 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.11 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$km = 0.70$ $kh = 1.10$ $kmod = 0.60$ $Ksys = 1.00$ $kcr = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$lef = 0.92 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.18$
 $\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.30 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 2.34/(1.00 \cdot 9.26) = 0.25 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/kcr + \text{Tau}_{tory,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.41 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/kcr + \text{Tau}_{torz,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.33 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$
 $u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 5

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 35.34/600.00 = 0.59 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 4.32/3000.00 = 1.44 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 1.61/2000.00 = 0.80 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 1.58/600.00 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 4.53/600.00 = 0.11 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$km = 0.70$ $kh = 1.10$ $kmod = 1.10$ $Ksys = 1.00$ $kcr = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$lef = 0.92 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.18$
 $\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.12 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 1.44/(1.00 \cdot 16.98) = 0.08 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/kcr + \text{Tau}_{tory,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.04 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/kcr + \text{Tau}_{torz,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.11 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 6

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /9/ \quad 1*1.35 + 6*1.35$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 20.22/600.00 = 0.34 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*0.26/600.00 = 0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.05 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.34/8.64 = 0.04 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.2(1+0.2*0.6)*5 + 1(1+0.6)*6$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 7

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /9/ \quad 1*1.35 + 6*1.35$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 11.42/600.00 = 0.19 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 2.57/3000.00 = 0.86 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.27/2000.00 = 0.14 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5*0.27/600.00 = 0.01 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-2.82/600.00 = -0.07 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.09 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.11 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.18$$

$$\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:



$$\begin{aligned} (\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} &= 0.10 < 1.00 \quad (6.19) \\ \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) &= 0.86/(1.00 \cdot 9.26) = 0.09 < 1.00 \quad (6.33) \\ (\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} &= 0.09 < 1.00 \quad (\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.20 < 1.00 \quad (6.13-4) \end{aligned}$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 8

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 6.18/600.00 = 0.10 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 6.87/3000.00 = 2.29 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.99/2000.00 = 0.50 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot -9.48/600.00 = -0.24 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -6.05/600.00 = -0.15 \text{ MPa}$$

$$\tau_{t,y,d} = 0.03 \text{ MPa}, \tau_{t,z,d} = 0.04 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.18$$

$$\sigma_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.28 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 2.29/(1.00 \cdot 9.26) = 0.25 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.40 < 1.00 \quad (\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 9

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 52.94/600.00 = 0.88 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 12.28/3000.00 = 4.09 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 2.08/2000.00 = 1.04 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot -4.72/600.00 = -0.12 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 8.44/600.00 = 0.21 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Tau tory,d = 0.09 MPa, Tau torz,d = 0.11 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 0.92 m Lambda_rel m = 0.18
Sig_cr = 581.60 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{km} \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.29 < 1.00$ (6.19)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.09/(1.00 \cdot 16.98) = 0.24 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.14 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.23 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 10

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 53.10/600.00 = 0.88 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 5.61/3000.00 = 1.87 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.30/2000.00 = 0.15 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.31/600.00 = -0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 1.75/600.00 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.07 \text{ MPa}, \text{Tau}_{torz,d} = 0.08 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 0.92 m Lambda_rel m = 0.18
Sig_cr = 581.60 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{km} \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.12 < 1.00$ (6.19)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 1.87/(1.00 \cdot 16.98) = 0.11 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 11

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 54.06/600.00 = 0.90 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 6.75/3000.00 = 2.25 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 1.19/2000.00 = 0.60 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 1.19/600.00 = 0.03 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -3.03/600.00 = -0.08 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tort,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.18$
 $\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.16 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 2.25/(1.00 \cdot 16.98) = 0.13 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$
 $u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Verificado

Verificado



Desplazamientos

Perfil correcto !!!

BARRA: 12

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 56.35/600.00 = 0.94 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 14.20/3000.00 = 4.73 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.51/2000.00 = 0.26 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -1.67/600.00 = -0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -7.69/600.00 = -0.19 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tort,d} = 0.13 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.16 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.18$
 $\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:



$$\begin{aligned} (\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} &= 0.29 < 1.00 \quad (6.19) \\ \sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) &= 4.73/(1.00 \cdot 16.98) = 0.28 < 1.00 \quad (6.33) \\ (\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} &= 0.10 < 1.00 \quad (\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.24 < 1.00 \quad (6.13-4) \end{aligned}$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 13

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$$

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 56.24/600.00 = 0.94 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 26.14/3000.00 = 8.71 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 1.75/2000.00 = 0.87 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot 1.74/600.00 = 0.04 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 14.02/600.00 = -0.35 \text{ MPa}$$

$$\tau_{t,y,d} = 0.16 \text{ MPa}, \quad \tau_{t,z,d} = 0.19 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.18$$

$$\sigma_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.55 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 8.71/(1.00 \cdot 16.98) = 0.51 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.11 < 1.00 \quad (\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.39 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 14

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$$

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 45.73/600.00 = 0.76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 17.19/3000.00 = 5.73 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 1.86/2000.00 = 0.93 \text{ MPa}$$

$$\tau_{y,d} = 1.5 \cdot 16.00/600.00 = 0.40 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot 12.75/600.00 = 0.32 \text{ MPa}$$

$$\tau_{t,y,d} = 0.05 \text{ MPa}, \quad \tau_{t,z,d} = 0.06 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.59 m Lambda_rel m = 0.39
Sig_cr = 116.32 MPa kcrit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{km} \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.38 < 1.00$ (6.19)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.73/(1.00 \cdot 16.98) = 0.34 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.36 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.30 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 16

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 55.04/400.00 = 1.38 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 18.71/1333.33 = 14.03 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.59/1333.33 = 0.44 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.21/400.00 = -0.01 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -10.09/400.00 = -0.38 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

LY = 3.00 m

Lambda Y = 51.96

Lambda_rel Y = 0.91

ky = 0.94

LFY = 3.00 m

kcy = 0.84



respecto al eje Z:

LZ = 3.00 m

Lambda Z = 51.96

Lambda_rel Z = 0.91

kz = 0.94

LFZ = 3.00 m

kcZ = 0.84

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{km} \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.93 < 1.00$ (6.23)

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.33 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$v_x = 0.5 \text{ cm} < v_{max,x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $\text{SLS} / 2/ 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{max,y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $\text{SLS} / 2/ 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

Perfil correcto !!!

BARRA: 17

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /3/ 1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 59.93/400.00 = 1.50 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 1.51/1333.33 = 1.13 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 1.90/1333.33 = 1.43 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5*5.80/400.00 = 0.22 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5*1.23/400.00 = 0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 3.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 51.96$
 $\text{Lambda}_{rel Y} = 0.91$ $k_y = 0.94$
 $L_{FY} = 3.00 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.84$



respecto al eje Z:

$L_Z = 3.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 51.96$
 $\text{Lambda}_{rel Z} = 0.91$ $k_z = 0.94$
 $L_{FZ} = 3.00 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.84$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{c,z}*f_{c,0,d}) + k_m*\text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.24 < 1.00 \quad (6.24)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.19 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$v_x = 0.1 \text{ cm} < v_{max,x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado

Caso de carga decisivo: $\text{SLS } /11/ 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 7*0.70$

$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{max,y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado

Caso de carga decisivo: $\text{SLS } /4/ 1*1.00 + 2*0.60 + 6*1.00 + 7*1.00$

Perfil correcto !!!

BARRA: 18

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /3/ 1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 21.78/400.00 = 0.54 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 7.69/1333.33 = 5.77 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.78/1333.33 = 0.58 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5*-1.85/400.00 = -0.07 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5*6.16/400.00 = 0.23 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 2.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 34.65$



respecto al eje Z:

$L_Z = 2.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 34.65$



Lambda_rel Y = 0.60 ky = 0.70 Lambda_rel Z = 0.60 kz = 0.70
LFY = 2.00 m kcy = 0.96 LFZ = 2.00 m kcz = 0.96

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_c y * f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m * \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.39 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.20 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$$v_x = 0.1 \text{ cm} < v_{\max,x} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm} \quad \text{Verificado}$$

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS } /11/ \quad 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 7*0.70$$

$$v_y = 0.2 \text{ cm} < v_{\max,y} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm} \quad \text{Verificado}$$

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS } /2/ \quad 1*1.00 + 6*1.00 + 7*1.00$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 56

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -39.49/600.00 = -0.66 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -22.93/3000.00 = -7.64 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.30/2000.00 = -0.15 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5*12.70/600.00 = 0.32 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*22.67/600.00 = 0.57 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,y,d} = 0.19 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.22 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 4.59 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel m} = 0.39$$

$$\text{Sig}_{cr} = 116.32 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m * \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.52 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} * f_{m,y,d}) = 7.64/(1.00 * 16.98) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.36 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.58 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,\max,y} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm} \quad \text{Verificado}$$

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,\max,z} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm} \quad \text{Verificado}$$

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*3 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 58

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 43.41/400.00 = 1.09 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$



$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 15.20/1333.33 = 11.40 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.01/1333.33 = 0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.04/400.00 = -0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -7.95/400.00 = -0.30 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.02 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 1.10$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 3.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 51.96$
 $\text{Lambda}_{\text{rel } Y} = 0.91$ $k_y = 0.94$
 $L_{FY} = 3.00 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.84$



respecto al eje Z:

$L_Z = 3.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 51.96$
 $\text{Lambda}_{\text{rel } Z} = 0.91$ $k_z = 0.94$
 $L_{FZ} = 3.00 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.84$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.74 < 1.00 \quad (6.23)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.26 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$v_x = 0.3 \text{ cm} < v_{\text{max},x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $\text{SLS} / 2 / 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{\text{max},y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $\text{SLS} / 4 / 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.60 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

Perfil correcto !!!

BARRA: 59

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1 / 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 66.23/400.00 = 1.66 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 1.93/1333.33 = 1.45 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.06/1333.33 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.07/400.00 = 0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 1.19/400.00 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 1.10$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 3.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 51.96$
 $\text{Lambda}_{\text{rel } Y} = 0.91$ $k_y = 0.94$
 $L_{FY} = 3.00 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.84$



respecto al eje Z:

$L_Z = 3.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 51.96$
 $\text{Lambda}_{\text{rel } Z} = 0.91$ $k_z = 0.94$
 $L_{FZ} = 3.00 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.84$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.21 < 1.00 \quad (6.23)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{\max,x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS /11/ } 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 7*0.70$$

$$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{\max,y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS /2/ } 1*1.00 + 6*1.00 + 7*1.00$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 60

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS /3/ } 1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 21.92/400.00 = 0.55 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 8.67/1333.33 = 6.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.05/1333.33 = 0.04 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5*1.27/400.00 = -0.05 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*7.24/400.00 = 0.27 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.04 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{\text{mod}} = 1.10$$

$$K_{\text{sys}} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$L_Y = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{\text{rel } Y} = 0.60$$

$$L_{FY} = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda } Y = 34.65$$

$$k_y = 0.70$$

$$k_{cy} = 0.96$$



respecto al eje Z:

$$L_Z = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{\text{rel } Z} = 0.60$$

$$L_{FZ} = 2.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda } Z = 34.65$$

$$k_z = 0.70$$

$$k_{cz} = 0.96$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y}*f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.41 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.25 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{\max,x} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS /11/ } 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 7*0.70$$

$$v_y = 0.2 \text{ cm} < v_{\max,y} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: SLS /2/ } 1*1.00 + 6*1.00 + 7*1.00$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 98

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS /1/ } 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 2.58/600.00 = 0.04 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 20.66/3000.00 = 6.89 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.01/2000.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5*0.77/600.00 = 0.02 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*21.58/600.00 = 0.54 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.01 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 4.59 m Lambda_rel m = 0.39
Sig_cr = 116.32 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.41 < 1.00$ (6.19)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.89/(1.00 \cdot 16.98) = 0.41 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.46 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

u fin,y = 0.0 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 2.5 cm Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 2 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$
u fin,z = 0.5 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 2.5 cm Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 100

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 43.41/400.00 = 1.09$ MPa
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 15.15/1333.33 = 11.36$ MPa
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.04/1333.33 = 0.03$ MPa
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.03/400.00 = -0.00$ MPa
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -7.93/400.00 = -0.30$ MPa
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.02$ MPa, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.02$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f c,0,d = 15.84 MPa
f m,y,d = 17.42 MPa
f m,z,d = 17.42 MPa
f v,d = 1.76 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

LY = 3.00 m Lambda Y = 51.96
Lambda_rel Y = 0.91 ky = 0.94
LFY = 3.00 m kcy = 0.84



respecto al eje Z:

LZ = 3.00 m Lambda Z = 51.96
Lambda_rel Z = 0.91 kz = 0.94
LFZ = 3.00 m kcz = 0.84

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.74 < 1.00$ (6.23)
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.26 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

v x = 0.3 cm < v max,x = L/150.00 = 2.0 cm Verificado
Caso de carga decisivo: SLS /2/ 1*1.00 + 6*1.00 + 7*1.00
v y = 0.0 cm < v max,y = L/150.00 = 2.0 cm Verificado
Caso de carga decisivo: SLS /11/ 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 7*0.70

Perfil correcto !!!



BARRA: 101

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 66.23/400.00 = 1.66 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 1.91/1333.33 = 1.43 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.08/1333.33 = 0.06 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.07/400.00 = 0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 1.17/400.00 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$LY = 3.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 51.96$
 $\text{Lambda}_{rel Y} = 0.91$ $k_y = 0.94$
 $LFY = 3.00 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.84$



respecto al eje Z:

$LZ = 3.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 51.96$
 $\text{Lambda}_{rel Z} = 0.91$ $k_z = 0.94$
 $LFZ = 3.00 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.84$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.21 < 1.00 \quad (6.23)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{max,x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $\text{SLS} / 11/ 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 0.70$
 $v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{max,y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $\text{SLS} / 2/ 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

Perfil correcto !!!

BARRA: 102

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 3/ 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 0.90 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 21.92/400.00 = 0.55 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 8.66/1333.33 = 6.50 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.09/1333.33 = 0.07 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -1.25/400.00 = -0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 7.23/400.00 = 0.27 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.04 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$LY = 2.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 34.65$
 $\text{Lambda}_{rel Y} = 0.60$ $k_y = 0.70$
 $LFY = 2.00 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.96$



respecto al eje Z:

$LZ = 2.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 34.65$
 $\text{Lambda}_{rel Z} = 0.60$ $k_z = 0.70$
 $LFZ = 2.00 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.96$

FORMULAS DE VERIFICACION:



$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_c \cdot y^* f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.41 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.25 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{\max,x} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$$

Verificado

Caso de carga decisivo: SLS /11/ $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 0.70$

$$v_y = 0.2 \text{ cm} < v_{\max,y} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$$

Verificado

Caso de carga decisivo: SLS /2/ $1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

Perfil correcto !!!

BARRA: 140

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ $1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 2.57/600.00 = 0.04 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 20.63/3000.00 = 6.88 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.02/2000.00 = 0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.12/600.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 21.58/600.00 = 0.54 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.04 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 4.59 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.39$$

$$\text{Sig}_{cr} = 116.32 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.41 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.88/(1.00 \cdot 16.98) = 0.41 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,\max,y} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$$u_{fin,z} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,\max,z} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 142

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ $1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 43.40/400.00 = 1.09 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 15.21/1333.33 = 11.41 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.06/1333.33 = 0.04 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.02/400.00 = -0.00 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -7.95/400.00 = -0.30 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Tau tory,d = 0.01 MPa, Tau torz,d = 0.01 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

LY = 3.00 m Lambda Y = 51.96
Lambda_rel Y = 0.91 ky = 0.94
LFY = 3.00 m kcy = 0.84



respecto al eje Z:

LZ = 3.00 m Lambda Z = 51.96
Lambda_rel Z = 0.91 kz = 0.94
LFZ = 3.00 m kcz = 0.84

FORMULAS DE VERIFICACION:

(Sig_c,0,d/kc,y*f c,0,d) + Sig_m,y,d/f m,y,d + km*Sig_m,z,d/f m,z,d = 0.74 < 1.00 (6.23)

(Tau y,d/kcr+Tau tory,d/kshape)/f v,d = 0.00 < 1.00 (Tau z,d/kcr+Tau torz,d/kshape)/f v,d = 0.26 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

v x = 0.3 cm < v max,x = L/150.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: SLS /2/ 1*1.00 + 6*1.00 + 7*1.00

v y = 0.0 cm < v max,y = L/150.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: Viento del lado izquierdo

Perfil correcto !!!

BARRA: 143

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

Sig_c,0,d = N/Ax = 66.22/400.00 = 1.66 MPa
Sig_m,y,d = MY/Wy = 1.94/1333.33 = 1.46 MPa
Sig_m,z,d = MZ/Wz = 0.09/1333.33 = 0.07 MPa
Tau y,d = 1.5*0.07/400.00 = 0.00 MPa
Tau z,d = 1.5*1.19/400.00 = 0.04 MPa
Tau tory,d = 0.02 MPa, Tau torz,d = 0.02 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f c,0,d = 15.84 MPa
f m,y,d = 17.42 MPa
f m,z,d = 17.42 MPa
f v,d = 1.76 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

LY = 3.00 m Lambda Y = 51.96
Lambda_rel Y = 0.91 ky = 0.94
LFY = 3.00 m kcy = 0.84



respecto al eje Z:

LZ = 3.00 m Lambda Z = 51.96
Lambda_rel Z = 0.91 kz = 0.94
LFZ = 3.00 m kcz = 0.84

FORMULAS DE VERIFICACION:

(Sig_c,0,d/kc,y*f c,0,d) + Sig_m,y,d/f m,y,d + km*Sig_m,z,d/f m,z,d = 0.21 < 1.00 (6.23)

(Tau y,d/kcr+Tau tory,d/kshape)/f v,d = 0.01 < 1.00 (Tau z,d/kcr+Tau torz,d/kshape)/f v,d = 0.05 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

v x = 0.2 cm < v max,x = L/150.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: SLS /11/ 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00 + 7*0.70

v y = 0.0 cm < v max,y = L/150.00 = 2.0 cm

Verificado



Caso de carga decisivo: SLS /2/ $1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

Perfil correcto !!!

BARRA: 144

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /3/ $1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 0.90 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 21.92/400.00 = 0.55 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 8.67/1333.33 = 6.50 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.13/1333.33 = 0.10 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -1.23/400.00 = -0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 7.24/400.00 = 0.27 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{\text{tort},d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.04 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 1.10$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 2.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 34.65$
 $\text{Lambda}_{\text{rel } Y} = 0.60$ $k_y = 0.70$
 $L_{FY} = 2.00 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.96$



respecto al eje Z:

$L_Z = 2.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 34.65$
 $\text{Lambda}_{\text{rel } Z} = 0.60$ $k_z = 0.70$
 $L_{FZ} = 2.00 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.96$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{cy} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.41 < 1.00 \quad (6.23)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tort},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.25 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{\text{max},x} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$ Verificado

Caso de carga decisivo: SLS /11/ $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 0.70$

$v_y = 0.2 \text{ cm} < v_{\text{max},y} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$ Verificado

Caso de carga decisivo: SLS /2/ $1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

Perfil correcto !!!

BARRA: 182

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ $1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

MATERIAL MADERA

$g_M = 1.25$ $f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$ $f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$ $f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 2.00 \text{ MPa}$ $f_{t,90,k} = 0.30 \text{ MPa}$ $f_{c,90,k} = 4.80 \text{ MPa}$ $E_{0,\text{medio}} = 9000.00 \text{ MPa}$
 $E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$ $G_{\text{medio}} = 700.00 \text{ MPa}$ Clase de servicio: 1 Beta c = 1.00

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 1.10$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.59 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{\text{rel } m} = 0.39$
 $\text{Sig}_{cr} = 116.32 \text{ MPa}$ $k_{\text{crit}} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.41 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.88/(1.00 \cdot 16.98) = 0.41 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.49 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.6)^*6 + 1(1+0.3*0.6)^*7$$

$$u_{fin,z} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)^*1 + 0.6(0.6+0*0.6)^*3 + 1(1+0.6)^*6 + 1(1+0.3*0.6)^*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 184

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 50.81/400.00 = 1.27 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 17.59/1333.33 = 13.19 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.44/1333.33 = 0.33 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5*0.16/400.00 = 0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-9.22/400.00 = -0.35 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.04 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$L_Y = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Y = 51.96$$

$$\text{Lambda}_{rel Y} = 0.91$$

$$k_y = 0.94$$

$$L_{FY} = 3.00 \text{ m}$$

$$k_{cy} = 0.84$$



respecto al eje Z:

$$L_Z = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Z = 51.96$$

$$\text{Lambda}_{rel Z} = 0.91$$

$$k_z = 0.94$$

$$L_{FZ} = 3.00 \text{ m}$$

$$k_{cz} = 0.84$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.87 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.31 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$$v_x = 0.3 \text{ cm} < v_{max,x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } SLS /2/ 1*1.00 + 6*1.00 + 7*1.00$$

$$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{max,y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } SLS /8/ 1*1.00 + 4*0.60 + 6*1.00 + 7*1.00$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 185

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 37.71/400.00 = 0.94 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 1.86/1333.33 = 1.40 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$



$$\begin{aligned} \text{Sig}_{m,z,d} &= MZ/Wz = 0.18/1333.33 = 0.13 \text{ MPa} & f_{m,z,d} &= 9.50 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{y,d} &= 1.5 \cdot 0.11/400.00 = -0.00 \text{ MPa} & f_{v,d} &= 0.96 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{z,d} &= 1.5 \cdot 1.11/400.00 = 0.04 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{tory,d} &= 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$\begin{aligned} L_Y &= 3.00 \text{ m} & \lambda_Y &= 51.96 \\ \lambda_{rel,Y} &= 0.91 & k_y &= 0.94 \\ L_{FY} &= 3.00 \text{ m} & k_{cy} &= 0.84 \end{aligned}$$



respecto al eje Z:

$$\begin{aligned} L_Z &= 3.00 \text{ m} & \lambda_Z &= 51.96 \\ \lambda_{rel,Z} &= 0.91 & k_z &= 0.94 \\ L_{FZ} &= 3.00 \text{ m} & k_{cz} &= 0.84 \end{aligned}$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.29 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.08 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{max,x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm} \quad \text{Verificado}$$

$$\text{Caso de carga decisivo: } SLS/4/ \quad 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 0.60 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$$

$$v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{max,y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm} \quad \text{Verificado}$$

$$\text{Caso de carga decisivo: } SLS/2/ \quad 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 186

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /3/ \quad 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 0.90 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$$

TENSIONES

$$\begin{aligned} \text{Sig}_{c,0,d} &= N/A_x = 22.68/400.00 = 0.57 \text{ MPa} \\ \text{Sig}_{m,y,d} &= M_Y/W_y = 9.37/1333.33 = 7.03 \text{ MPa} \\ \text{Sig}_{m,z,d} &= M_Z/W_z = 0.41/1333.33 = 0.31 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{y,d} &= 1.5 \cdot 0.80/400.00 = -0.03 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{z,d} &= 1.5 \cdot 8.10/400.00 = 0.30 \text{ MPa} \\ \text{Tau}_{tory,d} &= 0.06 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.06 \text{ MPa} \end{aligned}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$\begin{aligned} f_{c,0,d} &= 15.84 \text{ MPa} \\ f_{m,y,d} &= 17.42 \text{ MPa} \\ f_{m,z,d} &= 17.42 \text{ MPa} \\ f_{v,d} &= 1.76 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$\begin{aligned} L_Y &= 2.00 \text{ m} & \lambda_Y &= 34.65 \\ \lambda_{rel,Y} &= 0.60 & k_y &= 0.70 \\ L_{FY} &= 2.00 \text{ m} & k_{cy} &= 0.96 \end{aligned}$$



respecto al eje Z:

$$\begin{aligned} L_Z &= 2.00 \text{ m} & \lambda_Z &= 34.65 \\ \lambda_{rel,Z} &= 0.60 & k_z &= 0.70 \\ L_{FZ} &= 2.00 \text{ m} & k_{cz} &= 0.96 \end{aligned}$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.45 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.29 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{\max,x} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $SLS /4/ 1*1.00 + 2*0.60 + 6*1.00 + 7*1.00$
 $v_y = 0.2 \text{ cm} < v_{\max,y} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $SLS /2/ 1*1.00 + 6*1.00 + 7*1.00$

Perfil correcto !!!

BARRA: 224

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -24.38/600.00 = -0.41 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -21.74/3000.00 = -7.25 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.21/2000.00 = -0.11 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5*8.42/600.00 = -0.21 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5*22.09/600.00 = 0.55 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.10 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.11 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 1.10$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.59 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel m} = 0.39$
 $\text{Sig}_{cr} = 116.32 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.47 < 1.00$ (6.17)
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 7.25/(1.00*16.98) = 0.43 < 1.00$ (6.33)
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.22 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.52 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,\max,y} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$
 $u_{fin,z} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,\max,z} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*3 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 226

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 13.82/400.00 = 0.35 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 12.05/1333.33 = 9.04 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = 0.15/1333.33 = 0.11 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5*-0.02/400.00 = -0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-6.62/400.00 = -0.25 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 1.10$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

LY = 3.00 m Lambda Y = 51.96
Lambda_rel Y = 0.91 ky = 0.94
LFY = 3.00 m kcy = 0.84



respecto al eje Z:

LZ = 3.00 m Lambda Z = 51.96
Lambda_rel Z = 0.91 kz = 0.94
LFZ = 3.00 m kcz = 0.84

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_c \cdot y \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.55 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.22 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$v_x = 0.4 \text{ cm} < v_{\max,x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: SLS /6/ $1 \cdot 1.00 + 3 \cdot 0.60 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$
 $v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{\max,y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: SLS /2/ $1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

Perfil correcto !!!

BARRA: 227

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /19/ $1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 1.50 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.05$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 23.76/400.00 = 0.59 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 2.71/1333.33 = 2.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 4.49/1333.33 = 3.37 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 8.20/400.00 = -0.31 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 2.21/400.00 = 0.08 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

LY = 3.00 m Lambda Y = 51.96
Lambda_rel Y = 0.91 ky = 0.94
LFY = 3.00 m kcy = 0.84



respecto al eje Z:

LZ = 3.00 m Lambda Z = 51.96
Lambda_rel Z = 0.91 kz = 0.94
LFZ = 3.00 m kcz = 0.84

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_c \cdot z \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.32 < 1.00 \quad (6.24)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.27 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{\max,x} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: SLS /11/ $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 0.70$
 $v_y = 0.0 \text{ cm} < v_{\max,y} = L/150.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: Viento del lado derecho

Perfil correcto !!!



BARRA: 228

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 3 / 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 0.90 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 12.09/400.00 = 0.30 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 3.79/1333.33 = 2.85 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 2.53/1333.33 = 1.89 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -2.22/400.00 = -0.08 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 4.21/400.00 = 0.16 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.06 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.06 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 1.10$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$L_Y = 2.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Y = 34.65$
 $\text{Lambda}_{\text{rel } Y} = 0.60$ $k_y = 0.70$
 $L_{FY} = 2.00 \text{ m}$ $k_{cy} = 0.96$



respecto al eje Z:

$L_Z = 2.00 \text{ m}$ $\text{Lambda}_Z = 34.65$
 $\text{Lambda}_{\text{rel } Z} = 0.60$ $k_z = 0.70$
 $L_{FZ} = 2.00 \text{ m}$ $k_{cz} = 0.96$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.26 < 1.00 \quad (6.23)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.10 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.16 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Desplazamientos

$v_x = 0.1 \text{ cm} < v_{\text{max},x} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$ Verificado
 Caso de carga decisivo: $\text{SLS} / 11 / 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 0.70$
 $v_y = 0.2 \text{ cm} < v_{\text{max},y} = L/150.00 = 1.3 \text{ cm}$ Verificado
 Caso de carga decisivo: $\text{SLS} / 2 / 1 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

Perfil correcto !!!

BARRA: 229

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 9 / 1 \cdot 1.35 + 6 \cdot 1.35$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 23.60/600.00 = 0.39 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 1.60/3000.00 = 0.53 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.00/2000.00 = 0.00 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 6.86/600.00 = 0.17 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 4.57/600.00 = 0.11 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{\text{torz},d} = 0.03 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{\text{mod}} = 0.60$ $K_{\text{sys}} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{\text{rel } m} = 0.18$
 $\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$ $k_{\text{crit}} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.06 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{\text{crit}} \cdot f_{m,y,d}) = 0.53/(1.00 \cdot 9.26) = 0.06 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.29 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.20 < 1.00 \quad (6.13-4)$



DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 230

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 28.13/600.00 = 0.47 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 10.69/3000.00 = 3.56 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.03/2000.00 = 0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5*-1.00/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*1.17/600.00 = 0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.07 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.08 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.18$$

$$\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.21 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 3.56/(1.00*16.98) = 0.21 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 231

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 28.88/600.00 = 0.48 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 10.80/3000.00 = 3.60 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.03/2000.00 = 0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5*0.81/600.00 = 0.02 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-2.59/600.00 = -0.06 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.16 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.19 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.18$
 $\sigma_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.21 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.60/(1.00 \cdot 16.98) = 0.21 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.09 < 1.00 \quad (\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.14 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.6)^*6 + 1(1+0.3*0.6)^*7$
 $u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.6)^*6 + 1(1+0.3*0.6)^*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 232

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 9 / 1^*1.35 + 6^*1.35$

TENSIONES

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 9.37/600.00 = 0.16 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 0.10/3000.00 = 0.03 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.13/2000.00 = 0.07 \text{ MPa}$
 $\tau_{y,d} = 1.5 \cdot -0.29/600.00 = -0.01 \text{ MPa}$
 $\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -4.32/600.00 = -0.11 \text{ MPa}$
 $\tau_{t,y,d} = 0.15 \text{ MPa}, \tau_{t,z,d} = 0.18 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 0.60$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.18$
 $\sigma_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + k_m \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.20)$
 $\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 0.03/(1.00 \cdot 9.26) = 0.00 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.14 < 1.00 \quad (\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.32 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)^*1 + 1(1+0.6)^*6 + 1(1+0.3*0.6)^*7$
 $u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)^*1 + 0.6(0.6+0.6)^*2 + 1(1+0.6)^*6 + 1(1+0.3*0.6)^*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 233

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1 / 1^*1.35 + 5^*1.05 + 6^*1.35 + 7^*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 17.61/600.00 = 0.29 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 10.26/3000.00 = 3.42 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = 1.18/2000.00 = 0.59 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -1.57/600.00 = -0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -11.82/600.00 = -0.30 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.23 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.27 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel m} = 0.18$
 $\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.23 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.42/(1.00 \cdot 16.98) = 0.20 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.14 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.38 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 234

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

MATERIAL MADERA

$g_M = 1.25$ $f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$ $f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$ $f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
 $f_{v,k} = 2.00 \text{ MPa}$ $f_{t,90,k} = 0.30 \text{ MPa}$ $f_{c,90,k} = 4.80 \text{ MPa}$ $E_{0,medio} = 9000.00 \text{ MPa}$
 $E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$ $G_{medio} = 700.00 \text{ MPa}$ Clase de servicio: 1 Beta c = 1.00

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 41.54/600.00 = 0.69 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 2.83/3000.00 = 0.94 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = 0.15/2000.00 = 0.07 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.73/600.00 = -0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 6.78/600.00 = 0.17 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.05 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.06 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel m} = 0.18$
 $\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.06 < 1.00 \quad (6.19)$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.94/(1.00 \cdot 16.98) = 0.06 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.17 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 2 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 235

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /5/ 1*1.35 + 3*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 35.70/600.00 = 0.59 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 7.88/3000.00 = 2.63 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.53/2000.00 = 0.27 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.51/600.00 = 0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.04/600.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.18$$

$$\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.17 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 2.63/(1.00 \cdot 16.98) = 0.15 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 236

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 22.37/600.00 = 0.37 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 1.61/3000.00 = 0.54 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.55/2000.00 = 0.28 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -0.54/600.00 = -0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -2.61/600.00 = -0.07 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.06 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.07 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$



Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 0.92 m Lambda_rel m = 0.18
Sig_cr = 581.60 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{km} \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.08 < 1.00$ (6.19)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.54/(1.00 \cdot 9.26) = 0.06 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.08 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.16 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 237

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ $1 \cdot 1.35 + 6 \cdot 1.35$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 21.74/600.00 = 0.36 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 3.36/3000.00 = 1.12 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.22/2000.00 = 0.11 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.75/600.00 = 0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 5.17/600.00 = -0.13 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.13 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.15 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 9.50 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 0.92 m Lambda_rel m = 0.18
Sig_cr = 581.60 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{km} \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.13 < 1.00$ (6.19)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 1.12/(1.00 \cdot 9.26) = 0.12 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.14 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.33 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!



BARRA: 238

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 37.27/600.00 = 0.62 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 19.82/3000.00 = 6.61 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.73/2000.00 = 0.37 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -6.18/600.00 = -0.15 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -15.69/600.00 = -0.39 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tort,d} = 0.29 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.34 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 0.92 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.18$
 $\text{Sig}_{cr} = 581.60 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.41 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.61/(1.00 \cdot 16.98) = 0.39 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.27 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.49 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$
 $u_{fin,z} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 0.5 \text{ cm}$
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Verificado

Verificado

Perfil correcto !!!

BARRA: 239

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 29.26/600.00 = 0.49 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 15.66/3000.00 = 5.22 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.93/2000.00 = 0.46 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot -10.70/600.00 = -0.27 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 12.97/600.00 = 0.32 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tort,d} = 0.05 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.06 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 16.98 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.59 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.39$
 $\text{Sig}_{cr} = 116.32 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.33 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 5.22/(1.00 \cdot 16.98) = 0.31 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.25 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.30 < 1.00 \quad (6.13-4)$



DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*2 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.2 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.5 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 241

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /9/ \quad 1*1.35 + 6*1.35$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 4.81/600.00 = 0.08 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*1.10/600.00 = 0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.09 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.10 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.08/8.64 = 0.01 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.08 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.13 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*2 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 242

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /9/ \quad 1*1.35 + 6*1.35$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 11.26/600.00 = 0.19 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-1.10/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.19/8.64 = 0.02 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 243

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 11.24/600.00 = 0.19 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-1.10/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.19/8.64 = 0.02 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 244

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 11.23/600.00 = 0.19 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-1.10/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.19/8.64 = 0.02 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 245

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /9/ 1*1.35 + 6*1.35$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 11.23/600.00 = 0.19 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*1.10/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.02 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{\text{torz},d} = 0.02 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_h = 1.10$

$k_{\text{mod}} = 0.60$

$K_{\text{sys}} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.19/8.64 = 0.02 < 1.00 \quad (6.23-4)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{\text{fin},y} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{\text{fin},z} = 0.1 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 246

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /9/ 1*1.35 + 6*1.35$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 4.28/600.00 = 0.07 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*1.10/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.05 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{\text{torz},d} = 0.06 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_h = 1.10$

$k_{\text{mod}} = 0.60$

$K_{\text{sys}} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.07/8.64 = 0.01 < 1.00 \quad (6.23-4)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.09 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{\text{fin},y} = 0.0 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*3 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{\text{fin},z} = 0.1 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 247

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 3.39/180.00 = 0.19 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{y,d} = 1.5 \cdot 0.41/180.00 = -0.03 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 2.03/180.00 = 0.17 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.26 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{\text{torz},d} = 0.32 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 1.76 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_h = 1.10$

$k_{\text{mod}} = 1.10$

$K_{\text{sys}} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.19/15.84 = 0.01 < 1.00 \quad (6.23-4)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.15 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.29 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{\text{fin},y} = 0.5 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{\text{fin},z} = 0.8 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 248

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 6.56/180.00 = 0.36 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{\text{tory},d} = 0.05 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{\text{torz},d} = 0.06 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{\text{mod}} = 1.10$

$K_{\text{sys}} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{\text{tory},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{\text{torz},d}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{\text{fin},y} = 0.5 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{\text{fin},z} = 0.8 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$



Perfil correcto !!!

BARRA: 249

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 6.51/180.00 = 0.36 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 250

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 6.47/180.00 = 0.36 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 251

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 6.43/180.00 = 0.36 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tort,d} = 0.04 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.05 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\text{Lambda}_{rel m} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00*17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 252

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 3.66/180.00 = 0.20 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tort,d} = 0.22 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.27 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\text{Lambda}_{rel m} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.10 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.12 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 253

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /5/ 1*1.35 + 3*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.85/180.00 = 0.05 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 3.59/540.00 = 6.64 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.72/300.00 = 2.39 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.15 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.18 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.08 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 254

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 2.39/180.00 = 0.13 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 3.59/540.00 = 6.64 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.72/300.00 = 2.39 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.03 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.04 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{km} \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00$ (6.19)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 255

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 2.39/180.00 = 0.13 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 3.59/540.00 = 6.64 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.72/300.00 = 2.39 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{km} \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00$ (6.19)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 256

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 2.39/180.00 = 0.13 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 3.59/540.00 = 6.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = 0.72/300.00 = 2.39 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tort,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 257

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 2.37/180.00 = 0.13 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 3.59/540.00 = 6.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = 0.72/300.00 = 2.39 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tort,d} = 0.03 \text{ MPa}, \text{Tau}_{torz,d} = 0.04 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 258

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /3/ $1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 1.00/180.00 = 0.06 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 3.59/540.00 = 6.64 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.72/300.00 = 2.39 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.12 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.15 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00*17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 259

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ $1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -2.06/180.00 = -0.11 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.06 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.07 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00*17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (6.13-4)$



DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 260

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.81/180.00 = -0.16 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.02 \text{ MPa}, \quad \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 261

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.76/180.00 = -0.15 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \quad \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:



l_{ef} = 3.60 m Lambda_{rel} m = 0.52
Sig_{cr} = 65.40 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 262

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.70/180.00 = -0.15 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 3.60 m Lambda_{rel} m = 0.52

Sig_{cr} = 65.40 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 263

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.65/180.00 = -0.15 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00$ (6.17)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 264

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.39/180.00 = -0.13 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{t,0,y,d} = 0.04 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.05 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00$ (6.17)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 265



CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.58/180.00 = -0.09 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.30 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.36 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.13 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.16 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 266

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.66/180.00 = -0.09 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado



Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 267

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.73/180.00 = -0.10 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00*17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 268

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.78/180.00 = -0.10 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00*17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 269

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.81/180.00 = -0.10 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00*17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 270

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.81/180.00 = -0.10 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.02 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 3.60 m Lambda_{rel} m = 0.52
Sig_{cr} = 65.40 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 271

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -3.47/180.00 = -0.19 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.24 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.30 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 3.60 m Lambda_{rel} m = 0.52
Sig_{cr} = 65.40 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.50 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.11 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.13 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 272

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -3.52/180.00 = -0.20 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$



Tau tory,d = 0.00 MPa, Tau torz,d = 0.00 MPa

Coeficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
 Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.50 < 1.00$ (6.17)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 273

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -3.66/180.00 = -0.20 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$

Tau tory,d = 0.00 MPa, Tau torz,d = 0.00 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
 Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.50 < 1.00$ (6.17)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!



BARRA: 274

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -3.72/180.00 = -0.21 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.50 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 275

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -3.68/180.00 = -0.20 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.50 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$



Perfil correcto !!!

BARRA: 276

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.84/180.00 = -0.16 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.49 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$
 $u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 277

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /5/ 1*1.35 + 3*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.80/180.00 = 0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.16 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.20 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.19)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$



$$(\tau_{y,d} + \tau_{\text{tort,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{\text{torz,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.09 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{\text{fin},y} = 0.5 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{\text{fin},z} = 0.8 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 278

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -0.53/180.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -2.03/540.00 = -3.76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.41/300.00 = -1.35 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tort,d}} = 0.01 \text{ MPa}, \quad \tau_{\text{torz,d}} = 0.01 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{\text{mod}} = 1.10$$

$$K_{\text{sys}} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{\text{ef}} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{rel}} = 0.52$$

$$\sigma_{\text{cr}} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{\text{crit}} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{\text{crit}} f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00*17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{\text{tort,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{\text{torz,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{\text{fin},y} = 0.5 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{\text{fin},z} = 0.8 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 279

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -0.37/180.00 = -0.02 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -2.03/540.00 = -3.76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.41/300.00 = -1.35 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tort,d}} = 0.00 \text{ MPa}, \quad \tau_{\text{torz,d}} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{\text{mod}} = 1.10$$

$$K_{\text{sys}} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel m} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{t,0,d})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{t,0,d})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 280

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -0.12/180.00 = -0.01 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -2.03/540.00 = -3.76 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.41/300.00 = -1.35 \text{ MPa}$$

$$\tau_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \tau_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel m} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{t,0,d})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{t,0,d})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 281

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 5/ 1 \cdot 1.35 + 3 \cdot 0.90 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 0.36/180.00 = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$



Sig_{m,y,d} = MY/Wy = 2.03/540.00 = 3.76 MPa
Sig_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.41/300.00 = 1.35 MPa
Tau_{tory,d} = 0.00 MPa, Tau_{torz,d} = 0.00 MPa

f_{m,y,d} = 17.42 MPa
f_{m,z,d} = 17.42 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 3.60 m Lambda_{rel} m = 0.52
Sig_{cr} = 65.40 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

(Sig_{c,0,d}/f_{c,0,d})² + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km*Sig_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 (6.19)

Sig_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00*17.42) = 0.22 < 1.00 (6.33)

(Tau_{y,d}+Tau_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 (Tau_{z,d}+Tau_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

u_{fin,y} = 0.5 cm < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7

u_{fin,z} = 0.8 cm < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7

Perfil correcto !!!

BARRA: 282

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /5/ 1*1.35 + 3*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

Sig_{c,0,d} = N/Ax = 0.97/180.00 = 0.05 MPa
Sig_{m,y,d} = MY/Wy = 2.03/540.00 = 3.76 MPa
Sig_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.41/300.00 = 1.35 MPa
Tau_{tory,d} = 0.00 MPa, Tau_{torz,d} = 0.00 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f_{c,0,d} = 15.84 MPa
f_{m,y,d} = 17.42 MPa
f_{m,z,d} = 17.42 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 3.60 m Lambda_{rel} m = 0.52
Sig_{cr} = 65.40 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

(Sig_{c,0,d}/f_{c,0,d})² + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km*Sig_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 (6.19)

Sig_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00*17.42) = 0.22 < 1.00 (6.33)

(Tau_{y,d}+Tau_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 (Tau_{z,d}+Tau_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

u_{fin,y} = 0.5 cm < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7

u_{fin,z} = 0.8 cm < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7

Perfil correcto !!!

BARRA: 283

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

Sig_{t,0,d} = N/Ax = -6.14/600.00 = -0.10 MPa

Tau_{z,d} = 1.5*1.17/600.00 = 0.03 MPa

Tau_{tory,d} = 0.19 MPa, Tau_{torz,d} = 0.22 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f_{t,0,d} = 5.81 MPa

f_{v,d} = 0.96 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

kh = 1.10

kmod = 0.60

Ksys = 1.00

kcr = 0.67

FORMULAS DE VERIFICACION:

Sig_{t,0,d}/f_{t,0,d} = 0.10/5.81 = 0.02 < 1.00 (6.1)

(Tau_{y,d}/kcr+Tau_{tory,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.16 < 1.00 (Tau_{z,d}/kcr+Tau_{torz,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.23 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

u_{fin,y} = 0.0 cm < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 1(1+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6

u_{fin,z} = 0.1 cm < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7

Perfil correcto !!!

BARRA: 284

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

MATERIAL MADERA

gM = 1.25

f_{m,0,k} = 18.00 MPa

f_{t,0,k} = 11.00 MPa

f_{c,0,k} = 18.00 MPa

f_{v,k} = 2.00 MPa

f_{t,90,k} = 0.30 MPa

f_{c,90,k} = 4.80 MPa

E_{0,medio} = 9000.00

MPa

E_{0,05} = 6000.00 MPa

G medio = 700.00 MPa

Clase de servicio: 1

Beta c = 1.00

Coefficientes y parámetros adicionales

kh = 1.10

kh_y = 1.07

kmod = 0.60

Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 3.60 m

Lambda_{rel m} = 0.35

Sig_{cr} = 148.28 MPa

k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

Sig_{t,0,d}/f_{t,0,d} + Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.30/5.81 + 0.39/9.26 = 0.09 < 1.00 (6.17)

Sig_{m,y,d}/k_{crit}*f_{m,y,d} = 0.39/(1.00*9.26) = 0.04 < 1.00 (6.33)

(Tau_{y,d}+Tau_{tory,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 (Tau_{z,d}+Tau_{torz,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

u_{fin,y} = 0.0 cm < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7

u_{fin,z} = 0.1 cm < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*3 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7



Perfil correcto !!!

BARRA: 285

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -17.58/600.00 = -0.29 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -1.17/3000.00 = -0.39 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.07 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.35$$

$$\text{Sig}_{cr} = 148.28 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.29/5.81 + 0.39/9.26 = 0.09 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.39/(1.00 \cdot 9.26) = 0.04 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0 \cdot 0.6) \cdot 2 + 1(1+0.6) \cdot 6$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 3 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 286

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -17.68/600.00 = -0.29 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -1.17/3000.00 = -0.39 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.07 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.35$$

$$\text{Sig}_{cr} = 148.28 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.29/5.81 + 0.39/9.26 = 0.09 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.39/(1.00 \cdot 9.26) = 0.04 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0 \cdot 0.6) \cdot 2 + 1(1+0.6) \cdot 6$$

$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*3 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 287

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 9 / 1*1.35 + 6*1.35$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -18.13/600.00 = -0.30 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -1.17/3000.00 = -0.39 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_h = 1.10$

$k_{h,y} = 1.07$

$k_{mod} = 0.60$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel} = 0.35$

$\text{Sig}_{cr} = 148.28 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.30/5.81 + 0.39/9.26 = 0.09 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 0.39/(1.00*9.26) = 0.04 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0*0.6)*2 + 1(1+0.6)*6 + 0.7(0.7+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 288

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 9 / 1*1.35 + 6*1.35$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -7.44/600.00 = -0.12 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -1.17/3000.00 = -0.39 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_h = 1.10$

$k_{h,y} = 1.07$

$k_{mod} = 0.60$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel} = 0.35$

$\text{Sig}_{cr} = 148.28 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.12/5.81 + 0.39/9.26 = 0.06 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 0.39/(1.00*9.26) = 0.04 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$



DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*2 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 289

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 0.44/180.00 = 0.02 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tory,d} = 0.18 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.22 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\text{Lambda}_{rel m} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00*17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.08 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.10 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 290

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 2.09/180.00 = 0.12 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\text{Lambda}_{rel m} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 291

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 1.83/180.00 = 0.10 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 292

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 1.92/180.00 = 0.11 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00$ (6.19)

$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00$ (6.33)

$(\tau_{y,d} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\tau_{z,d} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 293

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 2.35/180.00 = 0.13 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$

$\tau_{t,y,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\tau_{t,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00$ (6.19)

$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00$ (6.33)

$(\tau_{y,d} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\tau_{z,d} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 294

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 1.21/180.00 = 0.07 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.03/540.00 = 3.76 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.41/300.00 = 1.35 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 295

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -0.91/180.00 = -0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.14 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.17 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado



Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 296

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ $1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.78/180.00 = -0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 297

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ $1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.90/180.00 = -0.05 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{\text{tort,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{\text{torz,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{\text{fin},y} = 0.9 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{\text{fin},z} = 1.3 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 298

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -0.96/180.00 = -0.05 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tort,d}} = 0.00 \text{ MPa}, \quad \tau_{\text{torz,d}} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{\text{mod}} = 1.10$$

$$K_{\text{sys}} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{\text{ef}} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{rel}} = 0.52$$

$$\sigma_{\text{cr}} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{\text{crit}} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{\text{crit}} f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00*17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{\text{tort,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{\text{torz,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{\text{fin},y} = 0.9 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{\text{fin},z} = 1.3 \text{ cm} < u_{\text{fin},\text{max},z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 299

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -0.93/180.00 = -0.05 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tort,d}} = 0.01 \text{ MPa}, \quad \tau_{\text{torz,d}} = 0.01 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{\text{mod}} = 1.10$$

$$K_{\text{sys}} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00$ (6.17)
 $\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00$ (6.33)
 $(\tau_{y,d} + \tau_{t,0,d})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\tau_{z,d} + \tau_{t,0,d})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$
 $u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 300

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -0.72/180.00 = -0.04 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$
 $\tau_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\tau_{t,0,z} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00$ (6.17)
 $\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00$ (6.33)
 $(\tau_{y,d} + \tau_{t,0,d})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\tau_{z,d} + \tau_{t,0,d})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$
 $u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 301

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -1.50/180.00 = -0.08 \text{ MPa}$
 $\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.08 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.10 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00$ (6.17)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 302

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.50/180.00 = -0.08 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00$ (6.17)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 303

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.52/180.00 = -0.08 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 304

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.53/180.00 = -0.09 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$
 $u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Verificado

Perfil correcto !!!

BARRA: 305

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.55/180.00 = -0.09 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00*17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 306

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.58/180.00 = -0.09 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 307

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.48/180.00 = -0.14 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 308

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.60/180.00 = -0.14 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.03 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 309

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -2.59/180.00 = -0.14 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$$

$$\tau_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \tau_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 310

PUNTOS: 2

COORDENADA: $x = 0.50 L = 2.00 \text{ m}$

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

TENSIONES ADMISIBLES:

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.57/180.00 = -0.14 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)^*1 + 0.6(0.6+0^*0.6)^*4 + 1(1+0.6)^*6 + 1(1+0.3^*0.6)^*7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)^*1 + 0.6(0.6+0^*0.6)^*4 + 1(1+0.6)^*6 + 1(1+0.3^*0.6)^*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 311

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} /1/ 1^*1.35 + 5^*1.05 + 6^*1.35 + 7^*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.54/180.00 = -0.14 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,y,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)^*1 + 0.6(0.6+0^*0.6)^*4 + 1(1+0.6)^*6 + 1(1+0.3^*0.6)^*7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)^*1 + 0.6(0.6+0^*0.6)^*4 + 1(1+0.6)^*6 + 1(1+0.3^*0.6)^*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 312

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -2.47/180.00 = -0.14 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.75/540.00 = -6.95 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.75/300.00 = -2.50 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.06 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.07 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.51 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.95/(1.00 \cdot 17.42) = 0.40 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.4 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 313

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.14/180.00 = -0.01 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.08 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.10 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.04 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 314

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /3/ 1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 0.31/180.00 = 0.02 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 3.59/540.00 = 6.64 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.72/300.00 = 2.39 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tort,d} = 0.02 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.03 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00*17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 315

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /3/ 1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 0.35/180.00 = 0.02 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 3.59/540.00 = 6.64 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.72/300.00 = 2.39 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tort,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$



FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 316 PUNTOS: 2 COORDENADA: x = 0.50 L = 2.00 m

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /3/ 1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.33/180.00 = 0.02 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 3.59/540.00 = 6.64 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.72/300.00 = 2.39 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 317

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /3/ 1*1.35 + 2*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.26/180.00 = 0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 3.59/540.00 = 6.64 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.72/300.00 = 2.39 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.03 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales



km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{km} \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00$ (6.19)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ (Tau z,d+Tau torz,d/kshape)/f v,d = 0.01 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 318

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.41/180.00 = -0.02 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -3.59/540.00 = -6.64 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.72/300.00 = -2.39 \text{ MPa}$

Tau tory,d = 0.12 MPa, Tau torz,d = 0.14 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \text{km} \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.48 < 1.00$ (6.17)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 6.64/(1.00 \cdot 17.42) = 0.38 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00$ (Tau z,d+Tau torz,d/kshape)/f v,d = 0.06 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.9 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.3 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 319

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$



TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.42/180.00 = -0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -2.03/540.00 = -3.76 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.41/300.00 = -1.35 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.18 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.23 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.08 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.10 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 320

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.35/180.00 = -0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -2.03/540.00 = -3.76 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.41/300.00 = -1.35 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.03 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.03 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\text{Lambda}_{rel m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00 \cdot 17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 321 PUNTOS: 2 COORDENADA: $x = 0.50$ $L = 2.00$ m
 CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60$ m $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40$ MPa $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00$ (6.17)

$\sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.76 / (1.00 * 17.42) = 0.22 < 1.00$ (6.33)

$(\tau_{y,d} + \tau_{t,0,d} / k_{shape}) / f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\tau_{z,d} + \tau_{t,0,d} / k_{shape}) / f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5$ cm $< u_{fin,max,y} = L / 200.00 = 2.0$ cm

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.8$ cm $< u_{fin,max,z} = L / 200.00 = 2.0$ cm

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 322

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\sigma_{t,0,d} = N / A_x = -0.61 / 180.00 = -0.03$ MPa
 $\sigma_{m,y,d} = M_y / W_y = -2.03 / 540.00 = -3.76$ MPa
 $\sigma_{m,z,d} = M_z / W_z = -0.41 / 300.00 = -1.35$ MPa
 $\tau_{t,0,d} = 0.00$ MPa, $\tau_{t,0,z,d} = 0.00$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65$ MPa
 $f_{m,y,d} = 17.42$ MPa
 $f_{m,z,d} = 17.42$ MPa

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60$ m $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40$ MPa $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00$ (6.17)

$\sigma_{m,y,d} / (k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.76 / (1.00 * 17.42) = 0.22 < 1.00$ (6.33)

$(\tau_{y,d} + \tau_{t,0,d} / k_{shape}) / f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\tau_{z,d} + \tau_{t,0,d} / k_{shape}) / f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5$ cm $< u_{fin,max,y} = L / 200.00 = 2.0$ cm

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.8$ cm $< u_{fin,max,z} = L / 200.00 = 2.0$ cm

Verificado



Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 323

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.28/180.00 = -0.02 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -2.03/540.00 = -3.76 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.41/300.00 = -1.35 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.03 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.03 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00*17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 324

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.63/180.00 = -0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -2.03/540.00 = -3.76 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.41/300.00 = -1.35 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.20 \text{ MPa}, \text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.25 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.27 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 3.76/(1.00*17.42) = 0.22 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.09 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.11 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.5 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.8 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 325

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /9/ \quad 1*1.35 + 6*1.35$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -4.85/600.00 = -0.08 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*1.24/600.00 = 0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,y,d} = 0.03 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.03 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} = 0.08/5.81 = 0.01 < 1.00 \quad (6.1)$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.07 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 326

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /9/ \quad 1*1.35 + 6*1.35$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -4.26/600.00 = -0.07 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -1.24/3000.00 = -0.41 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,y,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.07$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.35$$

$$\text{Sig}_{cr} = 148.28 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.07/5.81 + 0.41/9.26 = 0.06 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 0.41/(1.00*9.26) = 0.04 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{\text{tort,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{\text{torz,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*2 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 327

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -4.53/600.00 = -0.08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -1.24/3000.00 = -0.41 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tort,d}} = 0.00 \text{ MPa}, \quad \tau_{\text{torz,d}} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.07 \quad k_{\text{mod}} = 0.60 \quad K_{\text{sys}} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.35$$

$$\sigma_{cr} = 148.28 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.08/5.81 + 0.41/9.26 = 0.06 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} * f_{m,y,d}) = 0.41/(1.00 * 9.26) = 0.04 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{\text{tort,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{\text{torz,d}}/k_{\text{shape}})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 1(1+0*0.6)*2 + 1(1+0.6)*6 + 0.7(0.7+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 328

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -4.56/600.00 = -0.08 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -1.24/3000.00 = -0.41 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{tort,d}} = 0.00 \text{ MPa}, \quad \tau_{\text{torz,d}} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.07 \quad k_{\text{mod}} = 0.60 \quad K_{\text{sys}} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.35$$

$\text{Sig}_{cr} = 148.28 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.08/5.81 + 0.41/9.26 = 0.06 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.41/(1.00 \cdot 9.26) = 0.04 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 329

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -4.40/600.00 = -0.07 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -1.24/3000.00 = -0.41 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.07 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.35$$

$$\text{Sig}_{cr} = 148.28 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.07/5.81 + 0.41/9.26 = 0.06 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.41/(1.00 \cdot 9.26) = 0.04 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 330

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -4.01/600.00 = -0.07 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -1.24/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.01 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_h = 1.10$ $k_{mod} = 0.60$ $K_{sys} = 1.00$ $k_{cr} = 0.67$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} = 0.07/5.81 = 0.01 < 1.00$ (6.1)

$(\tau_{y,d}/k_{cr} + \tau_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\tau_{z,d}/k_{cr} + \tau_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*3 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 331

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -1.00/180.00 = -0.06 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -2.63/540.00 = -4.87 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.53/300.00 = -1.75 \text{ MPa}$

$\tau_{t,0,d} = 0.03 \text{ MPa}$, $\tau_{t,0,z,d} = 0.04 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.52$

$\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.36 < 1.00$ (6.17)

$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00*17.42) = 0.28 < 1.00$ (6.33)

$(\tau_{y,d} + \tau_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\tau_{z,d} + \tau_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.6 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 332

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -4.32/180.00 = -0.24 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = -2.63/540.00 = -4.87 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.53/300.00 = -1.75 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$



Tau tory,d = 0.01 MPa, Tau torz,d = 0.01 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.37 < 1.00$ (6.17)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00 \cdot 17.42) = 0.28 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.6 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 333

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS}/1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -3.51/180.00 = -0.19 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -2.63/540.00 = -4.87 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -0.53/300.00 = -1.75 \text{ MPa}$

Tau tory,d = 0.00 MPa, Tau torz,d = 0.00 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.37 < 1.00$ (6.17)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00 \cdot 17.42) = 0.28 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.6 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 334

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -3.39/180.00 = -0.19 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -2.63/540.00 = -4.87 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.53/300.00 = -1.75 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.37 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00 \cdot 17.42) = 0.28 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.6 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$
 $u_{fin,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Verificado

Verificado

Perfil correcto !!!

BARRA: 335

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -3.90/180.00 = -0.22 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -2.63/540.00 = -4.87 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.53/300.00 = -1.75 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.01 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel,m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.37 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00 \cdot 17.42) = 0.28 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.6 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$
 $u_{fin,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Verificado

Perfil correcto !!!

BARRA: 336

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.67/180.00 = -0.04 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -2.63/540.00 = -4.87 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.53/300.00 = -1.75 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.35 < 1.00 \quad (6.17)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00*17.42) = 0.28 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.6 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 337

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.47/180.00 = -0.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -4.28/540.00 = -7.92 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.86/300.00 = -2.85 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.03 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.03 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m*\text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.17)$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 338

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.82/180.00 = -0.10 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -4.28/540.00 = -7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -0.86/300.00 = -2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.58 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 339

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ \quad 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.71/180.00 = -0.09 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -4.28/540.00 = -7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = -0.86/300.00 = -2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 3.60 m Lambda_{rel} m = 0.52
Sig_{cr} = 65.40 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.58 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 340

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.64/180.00 = -0.09 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_y/W_y = -4.28/540.00 = -7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_z/W_z = -0.86/300.00 = -2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{t,0,y,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

l_{ef} = 3.60 m Lambda_{rel} m = 0.52
Sig_{cr} = 65.40 MPa k_{crit} = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.58 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 341

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

TENSIONES ADMISIBLES:



$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.61/180.00 = -0.09 \text{ MPa}$
 $f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -4.28/540.00 = -7.92 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.86/300.00 = -2.85 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$
 $k_h = 1.10$
 $k_{mod} = 1.10$
 $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$
 $\lambda_{rel m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$
 $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.58 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$
 $u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 342

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.59/180.00 = -0.03 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -4.28/540.00 = -7.92 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/W_z = -0.86/300.00 = -2.85 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{t,0,y,d} = 0.02 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{t,0,z,d} = 0.02 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{t,0,d} = 10.65 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$
 $k_h = 1.10$
 $k_{mod} = 1.10$
 $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$
 $\lambda_{rel m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$
 $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.17)$
 $\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$
 $(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{t,0,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{t,0,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$
 $u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$ Verificado
Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$



Perfil correcto !!!

BARRA: 343

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /5/ 1*1.35 + 3*0.90 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 0.96/180.00 = 0.05 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 344

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 1.76/180.00 = 0.10 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 345

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 1.53/180.00 = 0.09 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tort,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.52$

$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00*17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 346

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 1.50/180.00 = 0.08 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$

$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tort,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 1.10$

$K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.52$



$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 347

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ $1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 1.62/180.00 = 0.09 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 348

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /5/ $1 \cdot 1.35 + 3 \cdot 0.90 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 1.06/180.00 = 0.06 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = M_Z/W_z = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$

$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\tau_{y,d} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\tau_{z,d} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 349

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 1.12/180.00 = 0.06 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$

$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$

$\tau_{t,y,d} = 0.03 \text{ MPa}$, $\tau_{t,z,d} = 0.03 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$

$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$

$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$

$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 \cdot 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\tau_{y,d} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00$ $(\tau_{z,d} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 350



CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 2.84/180.00 = 0.16 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m * \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} * f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 * 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: **351**

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 3.07/180.00 = 0.17 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70$ $k_h = 1.10$ $k_{mod} = 1.10$ $K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel m} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m * \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} * f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00 * 17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ $(\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado



Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 352

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 3.11/180.00 = 0.17 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00*17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 353

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS } /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 3.01/180.00 = 0.17 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00*17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 354

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 1.21/180.00 = 0.07 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 4.28/540.00 = 7.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.86/300.00 = 2.85 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.52$$

$$\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.57 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 7.92/(1.00*17.42) = 0.45 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

$$u_{fin,z} = 1.6 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 355

$$\text{CARGAS: Caso de carga más desfavorable: } 8 \text{ ULS } /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50$$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 3.18/180.00 = 0.18 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.63/540.00 = 4.87 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.53/300.00 = 1.75 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.04 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.05 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70$$

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 1.10$$

$$K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:



$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.35 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00 \cdot 17.42) = 0.28 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.02 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.6 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 356

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 6.95/180.00 = 0.39 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 2.63/540.00 = 4.87 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.53/300.00 = 1.75 \text{ MPa}$$

$$\tau_{t,y,d} = 0.00 \text{ MPa}, \tau_{t,z,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m}$ $\lambda_{rel} = 0.52$
 $\sigma_{cr} = 65.40 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.35 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00 \cdot 17.42) = 0.28 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{y,d} + \tau_{t,y,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\tau_{z,d} + \tau_{t,z,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.6 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 357

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 6.18/180.00 = 0.34 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y/W_y = 2.63/540.00 = 4.87 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = M_z/W_z = 0.53/300.00 = 1.75 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

$$f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$$

Tau tory,d = 0.00 MPa, Tau torz,d = 0.00 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.35 < 1.00$ (6.19)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00 \cdot 17.42) = 0.28 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (Tau z,d+Tau torz,d/kshape)/f v,d = 0.00 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

u fin,y = 0.6 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

u fin,z = 1.0 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 358

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /1/ 1*1.35 + 5*1.05 + 6*1.35 + 7*1.50

TENSIONES

Sig_c,0,d = N/Ax = 5.78/180.00 = 0.32 MPa

Sig_m,y,d = MY/Wy = 2.63/540.00 = 4.87 MPa

Sig_m,z,d = MZ/Wz = 0.53/300.00 = 1.75 MPa

Tau tory,d = 0.00 MPa, Tau torz,d = 0.00 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f_c,0,d = 15.84 MPa

f_m,y,d = 17.42 MPa

f_m,z,d = 17.42 MPa

Coefficientes y parámetros adicionales

km = 0.70 kh = 1.10 kmod = 1.10 Ksys = 1.00



PARAMETROS DE ALABEO:

lef = 3.60 m Lambda_rel m = 0.52
Sig_cr = 65.40 MPa k crit = 1.00

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + km \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.35 < 1.00$ (6.19)

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00 \cdot 17.42) = 0.28 < 1.00$ (6.33)

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00$ (Tau z,d+Tau torz,d/kshape)/f v,d = 0.00 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

u fin,y = 0.6 cm < u fin,max,y = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

u fin,z = 1.0 cm < u fin,max,z = L/200.00 = 2.0 cm

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 359



CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 1/ 1 \cdot 1.35 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 5.65/180.00 = 0.31 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.63/540.00 = 4.87 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.53/300.00 = 1.75 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tort,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.35 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00 \cdot 17.42) = 0.28 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.6 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 360

CARGAS: caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 3/ 1 \cdot 1.35 + 2 \cdot 0.90 + 5 \cdot 1.05 + 6 \cdot 1.35 + 7 \cdot 1.50$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 2.63/180.00 = 0.15 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 2.63/540.00 = 4.87 \text{ MPa}$
 $\text{Sig}_{m,z,d} = MZ/Wz = 0.53/300.00 = 1.75 \text{ MPa}$
 $\text{Tau}_{tort,d} = 0.02 \text{ MPa}, \text{Tau}_{torz,d} = 0.03 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 15.84 \text{ MPa}$
 $f_{m,y,d} = 17.42 \text{ MPa}$
 $f_{m,z,d} = 17.42 \text{ MPa}$

Coeficientes y parámetros adicionales

$k_m = 0.70 \quad k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 1.10 \quad K_{sys} = 1.00$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 3.60 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.52$
 $\text{Sig}_{cr} = 65.40 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \text{Sig}_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0.35 < 1.00 \quad (6.19)$

$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 4.87/(1.00 \cdot 17.42) = 0.28 < 1.00 \quad (6.33)$

$(\text{Tau}_{y,d} + \text{Tau}_{tort,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.6 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$

$u_{fin,z} = 1.0 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Verificado



Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Perfil correcto !!!

BARRA: 361

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ $1*1.35 + 6*1.35$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 5.08/600.00 = 0.08 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*1.17/600.00 = 0.03 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tory,d} = 0.04 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.05 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 0.60$

$K_{sys} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.08/8.64 = 0.01 < 1.00 \quad (6.23-4)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.03 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.09 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Verificado

Verificado

Perfil correcto !!!

BARRA: 362

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ $1*1.35 + 6*1.35$

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 10.46/600.00 = 0.17 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-1.17/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$

$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}$, $\text{Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$

$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$

Coefficientes y parámetros adicionales

$k_h = 1.10$

$k_{mod} = 0.60$

$K_{sys} = 1.00$

$k_{cr} = 0.67$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.17/8.64 = 0.02 < 1.00 \quad (6.23-4)$

$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00 \quad (6.13-4)$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 1(1+0*0.6)*2 + 1(1+0.6)*6 + 0.7(0.7+0.3*0.6)*7$

$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$

Caso de carga decisivo: $1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7$

Verificado

Verificado

Perfil correcto !!!



BARRA: 363

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

Sig_{c,0,d} = N/Ax = 10.03/600.00 = 0.17 MPa

Tau_{z,d} = 1.5*-1.17/600.00 = -0.03 MPa

Tau_{tory,d} = 0.00 MPa, Tau_{torz,d} = 0.00 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f_{c,0,d} = 8.64 MPa

f_{v,d} = 0.96 MPa

Coeficientes y parámetros adicionales

kh = 1.10

kmod = 0.60

Ksys = 1.00

kcr = 0.67

FORMULAS DE VERIFICACION:

Sig_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.17/8.64 = 0.02 < 1.00 (6.23-4)]

(Tau_{y,d}/kcr+Tau_{tory,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 (Tau_{z,d}/kcr+Tau_{torz,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.05 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

u_{fin,y} = 0.0 cm < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 cm

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*2 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7

u_{fin,z} = 0.1 cm < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 cm

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7

Verificado

Verificado

Perfil correcto !!!

BARRA: 364

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 8 ULS /9/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

Sig_{c,0,d} = N/Ax = 9.47/600.00 = 0.16 MPa

Tau_{z,d} = 1.5*-1.17/600.00 = -0.03 MPa

Tau_{tory,d} = 0.00 MPa, Tau_{torz,d} = 0.00 MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

f_{c,0,d} = 8.64 MPa

f_{v,d} = 0.96 MPa

Coeficientes y parámetros adicionales

kh = 1.10

kmod = 0.60

Ksys = 1.00

kcr = 0.67

FORMULAS DE VERIFICACION:

Sig_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.16/8.64 = 0.02 < 1.00 (6.23-4)]

(Tau_{y,d}/kcr+Tau_{tory,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 (Tau_{z,d}/kcr+Tau_{torz,d}/kshape)/f_{v,d} = 0.05 < 1.00 (6.13-4)

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

u_{fin,y} = 0.0 cm < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 cm

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7

u_{fin,z} = 0.1 cm < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 cm

Caso de carga decisivo: 1(1+0.6)*1 + 0.6(0.6+0*0.6)*4 + 1(1+0.6)*6 + 1(1+0.3*0.6)*7

Verificado

Verificado

Perfil correcto !!!

BARRA: 365

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 9 / 1 \cdot 1.35 + 6 \cdot 1.35$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 8.82/600.00 = 0.15 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -1.17/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.00 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.15/8.64 = 0.02 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.00 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.05 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 366

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $8 \text{ ULS} / 9 / 1 \cdot 1.35 + 6 \cdot 1.35$

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 4.27/600.00 = 0.07 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -1.17/600.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{tory,d} = 0.01 \text{ MPa}, \text{ Tau}_{torz,d} = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.07/8.64 = 0.01 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{y,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{tory,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.01 < 1.00 \quad (\text{Tau}_{z,d}/k_{cr} + \text{Tau}_{torz,d}/k_{shape})/f_{v,d} = 0.06 < 1.00 \quad (6.13-4)$$

DESPLAZAMIENTOS LIMITES



Flechas

$$u_{fin,y} = 0.0 \text{ cm} < u_{fin,max,y} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

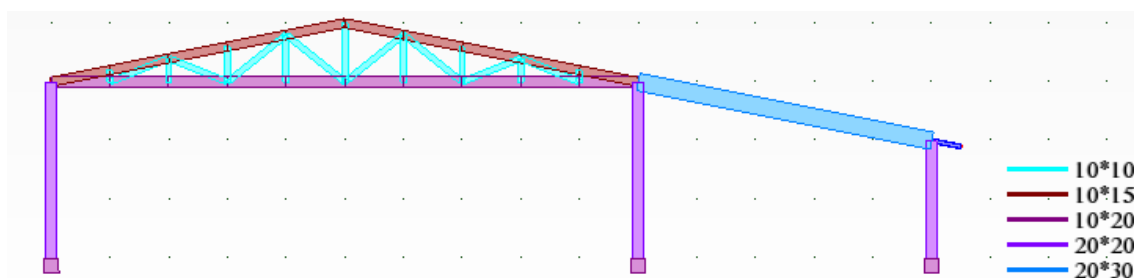
$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 1(1+0 \cdot 0.6) \cdot 2 + 1(1+0.6) \cdot 6$$

$$u_{fin,z} = 0.1 \text{ cm} < u_{fin,max,z} = L/200.00 = 2.0 \text{ cm}$$

Verificado

$$\text{Caso de carga decisivo: } 1(1+0.6) \cdot 1 + 0.6(0.6+0 \cdot 0.6) \cdot 4 + 1(1+0.6) \cdot 6 + 1(1+0.3 \cdot 0.6) \cdot 7$$

Perfil correcto !!!



NORMATIVA, MATERIAL Y DATOS DE LAS SECCIONES

NORMA: [EN 1995-1:2004/A1:2008](#)

MATERIAL MADERA

$g_m = 1.25$	$f_{m,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 11.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 18.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 2.00 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.30 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 4.80 \text{ MPa}$	$E_{0,medio} = 9000.00$
MPa			
$E_{0,05} = 6000.00 \text{ MPa}$	$G_{medio} = 700.00 \text{ MPa}$	Clase de servicio: 1	Beta c = 0.10



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*20

$h_t = 20.0 \text{ cm}$	$A_y = 200.00 \text{ cm}^2$	$A_z = 200.00 \text{ cm}^2$	$A_x = 400.00 \text{ cm}^2$
$b_f = 20.0 \text{ cm}$	$I_y = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_z = 13333.33 \text{ cm}^4$	$I_x = 22493.3 \text{ cm}^4$
$e_a = 10.0 \text{ cm}$	$W_{el,y} = 1333.33 \text{ cm}^3$	$W_{el,z} = 1333.33 \text{ cm}^3$	
$e_s = 10.0 \text{ cm}$			



PARAMETROS DE LA SECCION: 10*10

$h_t = 10.0 \text{ cm}$	$A_y = 50.00 \text{ cm}^2$	$A_z = 50.00 \text{ cm}^2$	$A_x = 100.00 \text{ cm}^2$
$b_f = 10.0 \text{ cm}$	$I_y = 833.33 \text{ cm}^4$	$I_z = 833.33 \text{ cm}^4$	$I_x = 1405.8 \text{ cm}^4$
$e_a = 5.0 \text{ cm}$	$W_{el,y} = 166.67 \text{ cm}^3$	$W_{el,z} = 166.67 \text{ cm}^3$	
$e_s = 5.0 \text{ cm}$			



PARAMETROS DE LA SECCION: 10*15

$h_t = 15.0 \text{ cm}$	$A_y = 60.00 \text{ cm}^2$	$A_z = 90.00 \text{ cm}^2$	$A_x = 150.00 \text{ cm}^2$
$b_f = 10.0 \text{ cm}$	$I_y = 2812.50 \text{ cm}^4$	$I_z = 1250.00 \text{ cm}^4$	$I_x = 2936.5 \text{ cm}^4$
$e_a = 5.0 \text{ cm}$	$W_{el,y} = 375.00 \text{ cm}^3$	$W_{el,z} = 250.00 \text{ cm}^3$	
$e_s = 5.0 \text{ cm}$			



PARAMETROS DE LA SECCION: 10*20

$h_t = 20.0 \text{ cm}$	$A_y = 66.67 \text{ cm}^2$	$A_z = 133.33 \text{ cm}^2$	$A_x = 200.00 \text{ cm}^2$
$b_f = 10.0 \text{ cm}$	$I_y = 6666.67 \text{ cm}^4$	$I_z = 1666.67 \text{ cm}^4$	$I_x = 4566.7 \text{ cm}^4$
$e_a = 5.0 \text{ cm}$	$W_{el,y} = 666.67 \text{ cm}^3$	$W_{el,z} = 333.33 \text{ cm}^3$	
$e_s = 5.0 \text{ cm}$			



PARAMETROS DE LA SECCION: 20*30

$h_t = 30.0 \text{ cm}$	$A_y = 240.00 \text{ cm}^2$	$A_z = 360.00 \text{ cm}^2$	$A_x = 600.00 \text{ cm}^2$
$b_f = 20.0 \text{ cm}$	$I_y = 45000.00 \text{ cm}^4$	$I_z = 20000.00 \text{ cm}^4$	$I_x = 46400.0 \text{ cm}^4$
$e_a = 10.0 \text{ cm}$	$W_{el,y} = 3000.00 \text{ cm}^3$	$W_{el,z} = 2000.00 \text{ cm}^3$	
$e_s = 10.0 \text{ cm}$			



BARRA: 16

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 6.35/400.00 = 0.16 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 5.83/1333.33 = 4.37 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -2.50/400.00 = -0.09 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$L_Y = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel Y} = 0.91$$

$$L_{FY} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Y = 51.96$$

$$k_y = 0.94$$

$$k_{cy} = 0.84$$



respecto al eje Z:

$$L_Z = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel Z} = 0.91$$

$$L_{FZ} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Z = 51.96$$

$$k_z = 0.94$$

$$k_{cz} = 0.84$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{cy} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.16/(0.84 \cdot 8.64) + 4.37/9.50 = 0.48 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.09/0.67)/0.96 = 0.15 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 17

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 9.35/400.00 = 0.23 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 1.98/1333.33 = 1.49 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 1.01/400.00 = 0.04 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$L_Y = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel Y} = 0.91$$

$$L_{FY} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Y = 51.96$$

$$k_y = 0.94$$

$$k_{cy} = 0.84$$



respecto al eje Z:

$$L_Z = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel Z} = 0.91$$

$$L_{FZ} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_Z = 51.96$$

$$k_z = 0.94$$

$$k_{cz} = 0.84$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{cy} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.23/(0.84 \cdot 8.64) + 1.49/9.50 = 0.19 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.04/0.67)/0.96 = 0.06 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 18

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

TENSIONES ADMISIBLES:



$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 7.43/400.00 = 0.19 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 4.40/1333.33 = 3.30 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 3.51/400.00 = 0.13 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

PARAMETROS DE PANDEO:



respecto al eje Y:

$$L_Y = 2.00 \text{ m} \quad \text{Lambda}_Y = 34.65$$

$$\text{Lambda}_{rel Y} = 0.60 \quad k_y = 0.70$$

$$L_{FY} = 2.00 \text{ m} \quad k_{cy} = 0.96$$



respecto al eje Z:

$$L_Z = 2.00 \text{ m} \quad \text{Lambda}_Z = 34.65$$

$$\text{Lambda}_{rel Z} = 0.60 \quad k_z = 0.70$$

$$L_{FZ} = 2.00 \text{ m} \quad k_{cz} = 0.96$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/(k_{cy} \cdot f_{c,0,d}) + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.19/(0.96 \cdot 8.64) + 3.30/9.50 = 0.37 < 1.00 \quad (6.23)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.13/0.67)/0.96 = 0.20 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 19

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -4.98/100.00 = -0.50 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -0.00/166.67 = -0.03 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.01/100.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.50/5.81 + 0.03/9.50 = 0.09 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.00 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 20

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 4.56/100.00 = 0.46 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 0.01/166.67 = 0.09 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.01/100.00 = -0.00 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.46/8.64)^2 + 0.09/9.50 = 0.01 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.00 < 1.00 \quad (6.13)$$



Perfil correcto !!!

BARRA: 21

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -0.30/100.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -0.07/166.67 = -0.40 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.15/100.00 = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.03/5.81 + 0.40/9.50 = 0.05 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.02/0.67)/0.96 = 0.04 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 22

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -4.46/100.00 = -0.45 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -0.02/166.67 = -0.12 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.01/100.00 = -0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.45/5.81 + 0.12/9.50 = 0.09 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.00 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 23

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 1.05/100.00 = 0.11 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 0.11/166.67 = 0.67 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.23/100.00 = 0.03 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.11/8.64)^2 + 0.67/9.50 = 0.07 < 1.00 \quad (6.19)$$



$$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.03/0.67)/0.96 = 0.05 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

CALCULOS DE LAS ESTRUCTURAS DE MADERA

NORMA: [EN 1995-1:2004/A1:2008](#)

TIPO DEL ANALISIS: [Verificación de las barras](#)

BARRA: **24**

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $2 \text{ ULS } /3/ 1*1.35 + 6*1.35$

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 4.05/100.00 = 0.41 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M/Y_w = 0.08/166.67 = 0.45 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5*0.02/100.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.41/8.64)^2 + 0.45/9.50 = 0.05 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.00 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: **25**

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $2 \text{ ULS } /3/ 1*1.35 + 6*1.35$

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -0.62/100.00 = -0.06 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M/Y_w = -0.16/166.67 = -0.98 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5*0.48/100.00 = 0.07 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.06/5.81 + 0.98/9.50 = 0.11 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.07/0.67)/0.96 = 0.11 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: **26**

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: $2 \text{ ULS } /3/ 1*1.35 + 6*1.35$

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N/A_x = -2.47/100.00 = -0.25 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M/Y_w = -0.06/166.67 = -0.38 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5*0.01/100.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$



Coeficientes y parámetros adicionales

kh = 1.10 kh_y = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.25/5.81 + 0.38/9.50 = 0.08 < 1.00$ (6.17)

$(\text{Tau}_{z,d}/kcr)/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.00 < 1.00$ (6.13)

Perfil correcto !!!

BARRA: 27

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 0.45/100.00 = 0.04$ MPa

$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 0.68/166.67 = 4.06$ MPa

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*0.28/100.00 = 0.04$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64$ MPa

$f_{m,y,d} = 9.50$ MPa

$f_{v,d} = 0.96$ MPa

Coeficientes y parámetros adicionales

kh = 1.10 kh_y = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

FORMULAS DE VERIFICACION:

$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.04/8.64)^2 + 4.06/9.50 = 0.43 < 1.00$ (6.19)

$(\text{Tau}_{z,d}/kcr)/f_{v,d} = (0.04/0.67)/0.96 = 0.07 < 1.00$ (6.13)

Perfil correcto !!!

BARRA: 28

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 16.24/150.00 = 1.08$ MPa

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-0.40/150.00 = -0.04$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64$ MPa

$f_{v,d} = 0.96$ MPa

Coeficientes y parámetros adicionales

kh = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

FORMULAS DE VERIFICACION:

$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 1.08/8.64 = 0.13 < 1.00$ (6.23-4)]

$(\text{Tau}_{z,d}/kcr)/f_{v,d} = (0.04/0.67)/0.96 = 0.06 < 1.00$ (6.13)

Perfil correcto !!!

BARRA: 29

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 23.60/150.00 = 1.57$ MPa

$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-0.46/150.00 = -0.05$ MPa

TENSIONES ADMISIBLES:

$f_{c,0,d} = 8.64$ MPa

$f_{v,d} = 0.96$ MPa



Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 1.57/8.64 = 0.18 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.05/0.67)/0.96 = 0.07 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 30

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 23.84/150.00 = 1.59 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -0.51/150.00 = -0.05 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 1.59/8.64 = 0.18 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.05/0.67)/0.96 = 0.08 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 31

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 30.51/150.00 = 2.03 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -0.55/150.00 = -0.05 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 2.03/8.64 = 0.24 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.05/0.67)/0.96 = 0.08 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 32

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N/A_x = 30.92/150.00 = 2.06 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -1.14/150.00 = -0.11 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales



kh = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 2.06/8.64 = 0.24 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/kcr)/f_{v,d} = (0.11/0.67)/0.96 = 0.18 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 33

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -16.23/200.00 = -0.81 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -0.07/666.67 = -0.10 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*0.02/200.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

kh = 1.10 kh_y = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.90 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel} = 0.27$$

$$\text{Sig}_{cr} = 241.71 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.81/5.81 + 0.10/9.50 = 0.15 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 0.10/(1.00*9.50) = 0.01 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/kcr)/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.00 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 34

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -16.39/200.00 = -0.82 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -0.19/666.67 = -0.29 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5*-0.10/200.00 = -0.01 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

kh = 1.10 kh_y = 1.10 kmod = 0.60 Ksys = 1.00 kcr = 0.67



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.90 \text{ m}$$

$$\text{Lambda}_{rel} = 0.27$$

$$\text{Sig}_{cr} = 241.71 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.82/5.81 + 0.29/9.50 = 0.17 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 0.29/(1.00*9.50) = 0.03 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/kcr)/f_{v,d} = (0.01/0.67)/0.96 = 0.01 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 35

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -23.86/200.00 = -1.19 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -0.16/666.67 = -0.24 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.08/200.00 = -0.01 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.90 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.27$$

$$\text{Sig}_{cr} = 241.71 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1.19/5.81 + 0.24/9.50 = 0.23 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.24/(1.00 \cdot 9.50) = 0.03 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.01/0.67)/0.96 = 0.01 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 36

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -24.34/200.00 = -1.22 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -0.61/666.67 = -0.92 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.53/200.00 = -0.04 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.90 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.27$$

$$\text{Sig}_{cr} = 241.71 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 1.22/5.81 + 0.92/9.50 = 0.31 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.92/(1.00 \cdot 9.50) = 0.10 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.04/0.67)/0.96 = 0.06 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 37

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -26.92/200.00 = -1.35 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -0.92/666.67 = -1.38 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$



$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -0.83 / 200.00 = -0.06 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.90 \text{ m} \quad \lambda_{rel} = 0.27$$

$$\sigma_{cr} = 241.71 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 1.35 / 5.81 + 1.38 / 9.50 = 0.38 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\sigma_{m,y,d} / (k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 1.38 / (1.00 \cdot 9.50) = 0.15 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{z,d} / k_{cr}) / f_{v,d} = (0.06 / 0.67) / 0.96 = 0.10 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 38

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_x = 2.62 / 100.00 = 0.26 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y / W_y = 0.00 / 166.67 = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -0.05 / 100.00 = -0.01 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = (0.26 / 8.64)^2 + 0.02 / 9.50 = 0.00 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$(\tau_{z,d} / k_{cr}) / f_{v,d} = (0.01 / 0.67) / 0.96 = 0.01 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 39

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_x = -0.26 / 100.00 = -0.03 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = M_y / W_y = -0.05 / 166.67 = -0.29 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\tau_{z,d} = 1.5 \cdot -0.11 / 100.00 = -0.02 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\sigma_{t,0,d} / f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} = 0.03 / 5.81 + 0.29 / 9.50 = 0.03 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$(\tau_{z,d} / k_{cr}) / f_{v,d} = (0.02 / 0.67) / 0.96 = 0.02 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 40

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35



TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.37/100.00 = -0.14 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -0.02/166.67 = -0.11 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.02/100.00 = -0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.14/5.81 + 0.11/9.50 = 0.04 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.00 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 41

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 1.07/100.00 = 0.11 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 0.07/166.67 = 0.39 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.11/100.00 = -0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.11/8.64)^2 + 0.39/9.50 = 0.04 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.02/0.67)/0.96 = 0.03 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 42

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -1.03/100.00 = -0.10 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -0.06/166.67 = -0.38 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.02/100.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{mod} = 0.60 \quad K_{sys} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.10/5.81 + 0.38/9.50 = 0.06 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.00 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!



BARRA: 43

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/Ax = -0.10/100.00 = -0.01 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = -0.09/166.67 = -0.52 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.11/100.00 = 0.02 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.01/5.81 + 0.52/9.50 = 0.06 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.02/0.67)/0.96 = 0.03 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 44

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 9.43/100.00 = 0.94 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 0.06/166.67 = 0.34 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.04/100.00 = -0.01 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.94/8.64)^2 + 0.34/9.50 = 0.05 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.01/0.67)/0.96 = 0.01 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 45

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/Ax = 1.28/100.00 = 0.13 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/Wy = 0.10/166.67 = 0.60 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.88/100.00 = 0.13 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.13/8.64)^2 + 0.60/9.50 = 0.06 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.13/0.67)/0.96 = 0.21 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!



BARRA: 46

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 16.23/150.00 = 1.08 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.41/150.00 = -0.04 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 1.08/8.64 = 0.13 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.04/0.67)/0.96 = 0.06 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 47

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 19.57/150.00 = 1.30 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.48/150.00 = -0.05 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 1.30/8.64 = 0.15 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.05/0.67)/0.96 = 0.07 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 48

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 19.70/150.00 = 1.31 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.54/150.00 = -0.05 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 1.31/8.64 = 0.15 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.05/0.67)/0.96 = 0.08 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!



BARRA: 49

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 9.70/150.00 = 0.65 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.60/150.00 = -0.06 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.65/8.64 = 0.07 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.06/0.67)/0.96 = 0.09 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 50

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 8.80/150.00 = 0.59 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.61/150.00 = -0.06 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{c,0,d}/f_{c,0,d} = 0.59/8.64 = 0.07 < 1.00 \quad (6.23-4)]$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.06/0.67)/0.96 = 0.10 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 51

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -14.74/200.00 = -0.74 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = M_Y/W_y = -0.05/666.67 = -0.07 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.04/200.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.90 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.27$$

$$\text{Sig}_{cr} = 241.71 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.74/5.81 + 0.07/9.50 = 0.13 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.07/(1.00 \cdot 9.50) = 0.01 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.00 < 1.00 \quad (6.13)$$



Perfil correcto !!!

BARRA: 52

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -14.85/200.00 = -0.74 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -0.13/666.67 = -0.20 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -0.05/200.00 = -0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.90 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.27$$

$$\text{Sig}_{cr} = 241.71 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.74/5.81 + 0.20/9.50 = 0.15 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.20/(1.00 \cdot 9.50) = 0.02 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.01 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 53

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -15.07/200.00 = -0.75 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -0.04/666.67 = -0.07 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.04/200.00 = 0.00 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

Coefficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10$$

$$k_{h,y} = 1.10$$

$$k_{mod} = 0.60$$

$$K_{sys} = 1.00$$

$$k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.90 \text{ m}$$

$$\lambda_{rel} = 0.27$$

$$\text{Sig}_{cr} = 241.71 \text{ MPa}$$

$$k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.75/5.81 + 0.07/9.50 = 0.14 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.07/(1.00 \cdot 9.50) = 0.01 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.00/0.67)/0.96 = 0.00 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 54

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

TENSIONES ADMISIBLES:



$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -14.97/200.00 = -0.75 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -0.07/666.67 = -0.10 \text{ MPa}$$

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 0.15/200.00 = 0.01 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{\text{mod}} = 0.60 \quad K_{\text{sys}} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.90 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.27$$

$$\text{Sig}_{cr} = 241.71 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.75/5.81 + 0.10/9.50 = 0.14 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 0.10/(1.00 \cdot 9.50) = 0.01 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.01/0.67)/0.96 = 0.02 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 55

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{t,0,d} = N/A_x = -5.34/200.00 = -0.27 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = -5.15/666.67 = -7.73 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{t,0,d} = 5.81 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.50 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot 5.24/200.00 = 0.39 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.10 \quad k_{\text{mod}} = 0.60 \quad K_{\text{sys}} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$$l_{ef} = 0.90 \text{ m} \quad \text{Lambda}_{rel} = 0.27$$

$$\text{Sig}_{cr} = 241.71 \text{ MPa} \quad k_{crit} = 1.00$$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$\text{Sig}_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \text{Sig}_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0.27/5.81 + 7.73/9.50 = 0.86 < 1.00 \quad (6.17)$$

$$\text{Sig}_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 7.73/(1.00 \cdot 9.50) = 0.81 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\text{Tau}_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.39/0.67)/0.96 = 0.61 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

BARRA: 56

CARGAS: Caso de carga más desfavorable: 2 ULS /3/ 1*1.35 + 6*1.35

TENSIONES

$$\text{Sig}_{c,0,d} = N/A_x = 4.10/600.00 = 0.07 \text{ MPa}$$

$$\text{Sig}_{m,y,d} = MY/W_y = 9.38/3000.00 = 3.13 \text{ MPa}$$

TENSIONES ADMISIBLES:

$$f_{c,0,d} = 8.64 \text{ MPa}$$

$$f_{m,y,d} = 9.26 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = 0.96 \text{ MPa}$$

$$\text{Tau}_{z,d} = 1.5 \cdot -6.01/600.00 = -0.15 \text{ MPa}$$

Coeficientes y parámetros adicionales

$$k_h = 1.10 \quad k_{h,y} = 1.07 \quad k_{\text{mod}} = 0.60 \quad K_{\text{sys}} = 1.00 \quad k_{cr} = 0.67$$



PARAMETROS DE ALABEO:

$l_{ef} = 4.59 \text{ m}$ $\lambda_{rel m} = 0.39$
 $\sigma_{cr} = 116.32 \text{ MPa}$ $k_{crit} = 1.00$

FORMULAS DE VERIFICACION:

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = (0.07/8.64)^2 + 3.13/9.26 = 0.34 < 1.00 \quad (6.19)$$

$$\sigma_{m,y,d}/(k_{crit} \cdot f_{m,y,d}) = 3.13/(1.00 \cdot 9.26) = 0.34 < 1.00 \quad (6.33)$$

$$(\tau_{z,d}/k_{cr})/f_{v,d} = (0.15/0.67)/0.96 = 0.23 < 1.00 \quad (6.13)$$

Perfil correcto !!!

PLANOS

INDICE DE PLANOS:

LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN.....	3
MÓDULO DE HABITACIONES.....	5
EDIFICIO CENTRAL	8
UNIONES.....	12
VALLADO DEL RECINTO	13
ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	14
SUMINISTRO ELÉCTRICO	16

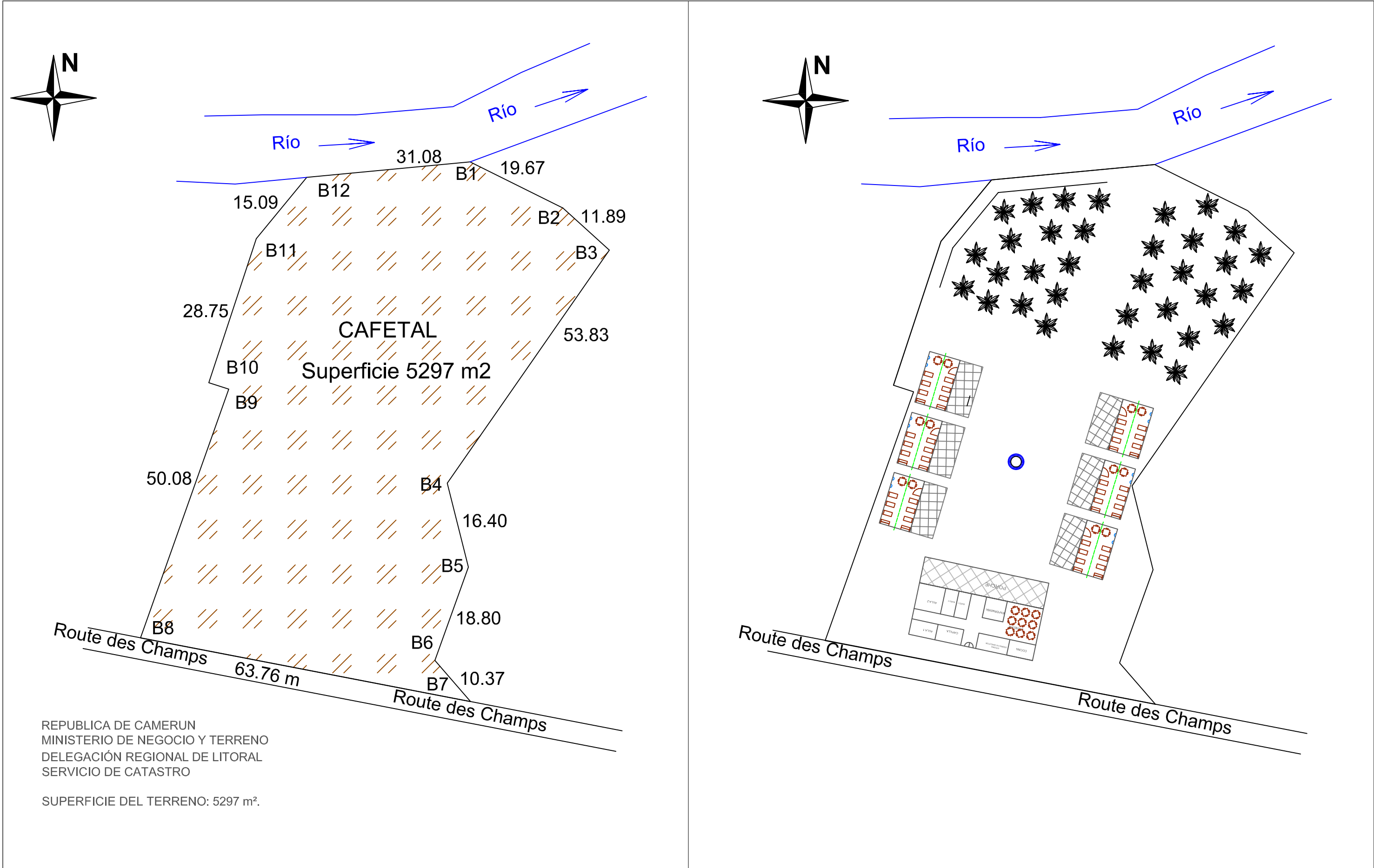
LOCALIZACIÓN DE MELONG II

ÁFRICA - CAMERÚN
REGIÓN DE LITORAL



MELONG II





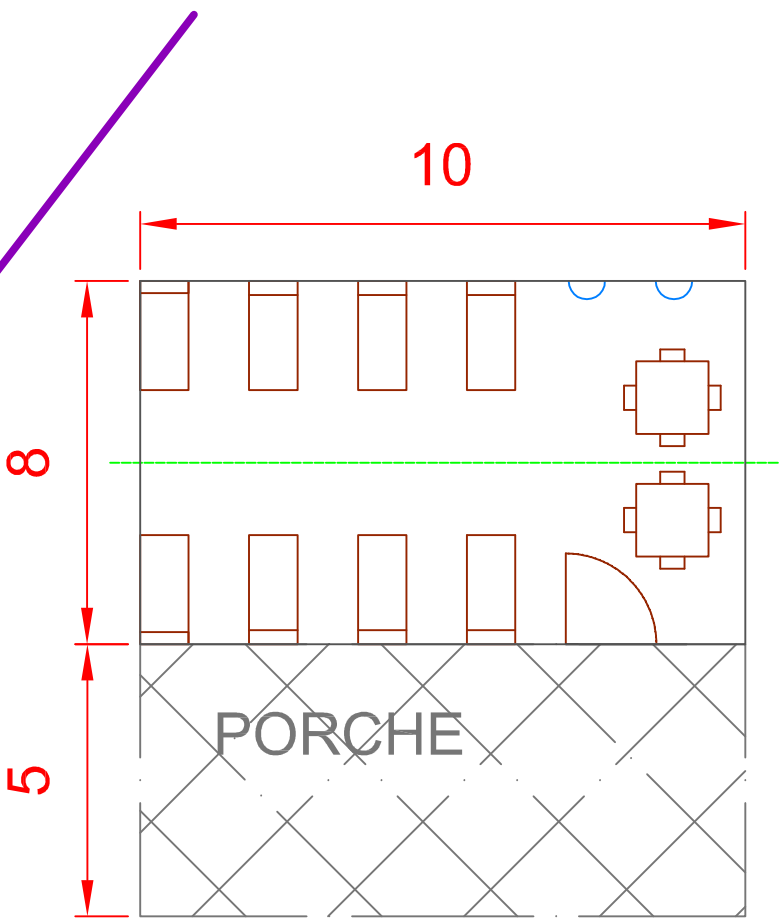
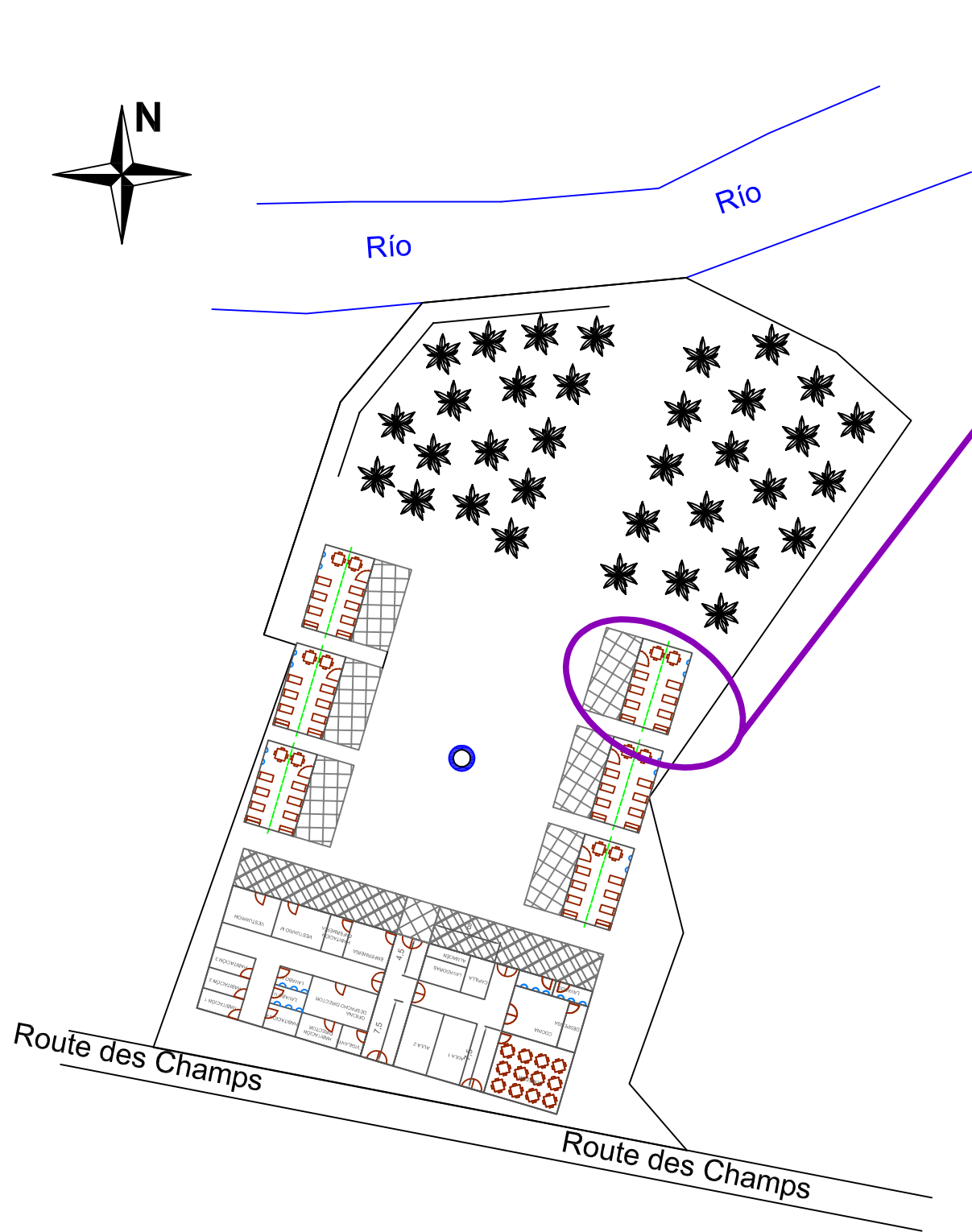
REPUBLICA DE CAMERUN
MINISTERIO DE NEGOCIO Y TERRENO
DELEGACIÓN REGIONAL DE LITORAL
SERVICIO DE CATASTRO

SUPERFICIE DEL TERRENO: 5297 m².

		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA MASTER INGENIERÍA CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN ORFANATO EN MELONG II (CAMERÚN).	ESCALA: -
		NOMBRE: MARCOS CEREZO LEZA	PLANO: UBICACIÓN DEL ORFANATO EN EL TERRENO	

PLANTA DE UBICACIÓN DEL ORFANATO EN EL TERRENO

MODULO DE 80 m² HABITABLES +50 m² DE PORCHE (Cotas en metros).



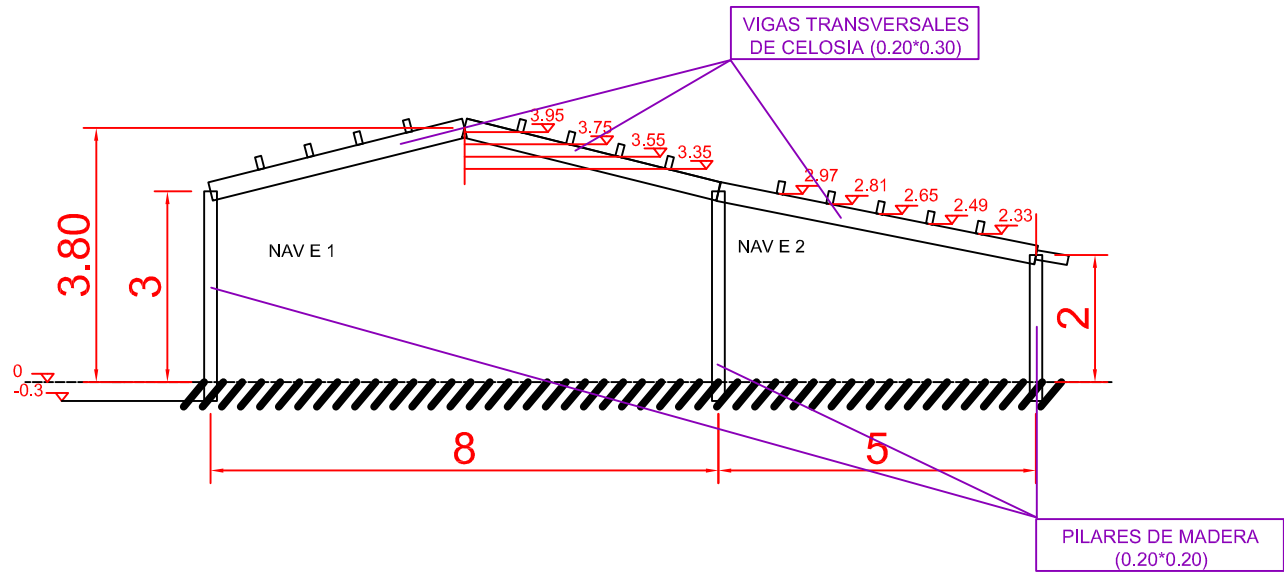
Superficie habitable: 80 m².
Superficie de porche: 50 m²

- Módulo diseñado para 8 niños, con:
- Camas
 - Mesas y sillas
 - Suministro de agua
 - Suministro de electricidad

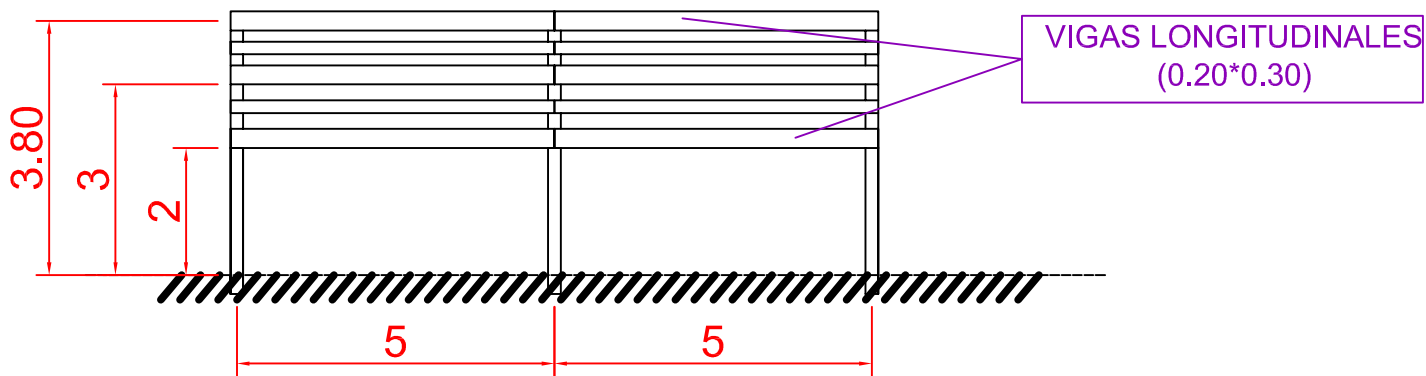
MEDICIÓN DE BARRAS DE MADERA		
TIPO DE BARRA / SECCIÓN	Nº UNIDADES	DIMENSIONES (m)
Columna de madera	6	0.20*0.20*3.30
Columna de madera	3	0.20*0.20*2.30
Viga longitudinal	8	0.20*0.30*5.00
Viga longitudinal	3	0.20*0.30*5.10
Viga longitudinal	6	0.20*0.30*4.10
Correas	26	0.10*0.20*5.00

DETALLE DEL MÓDULO DE HABITACIONES:

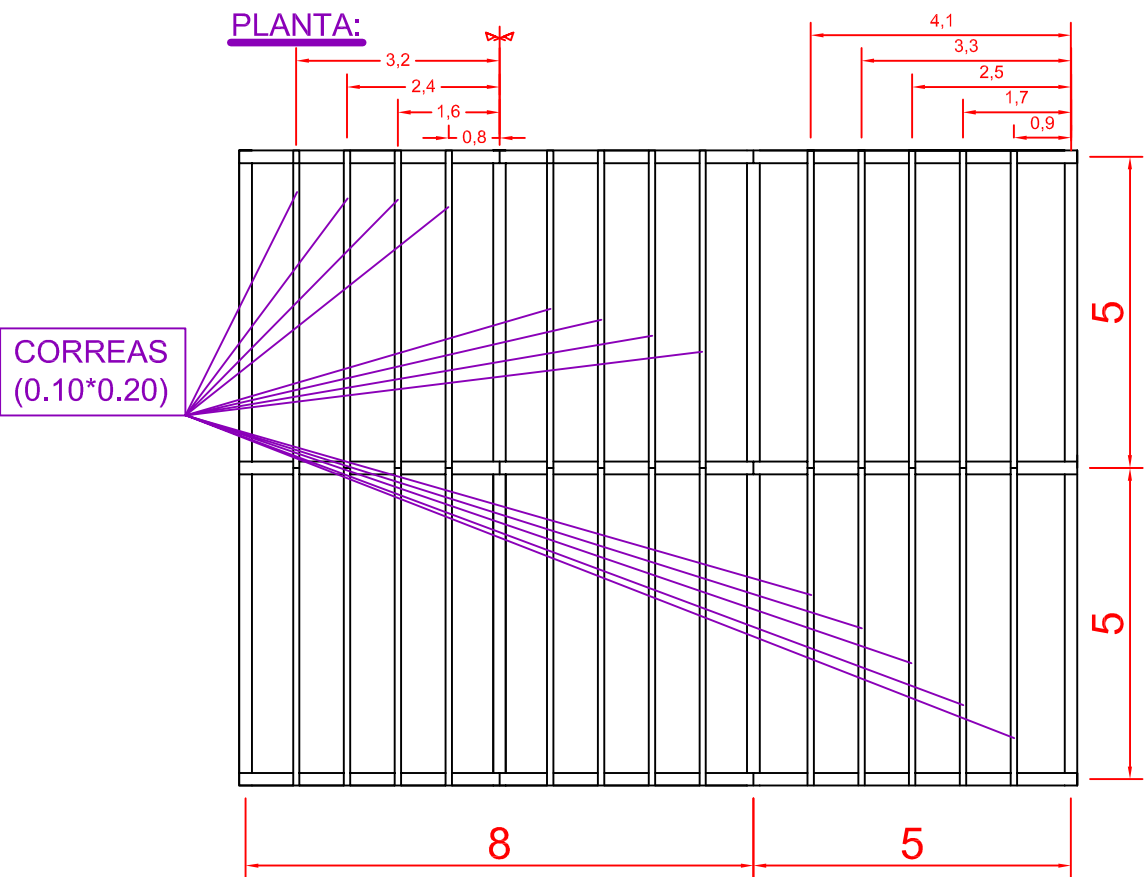
ALZADO:



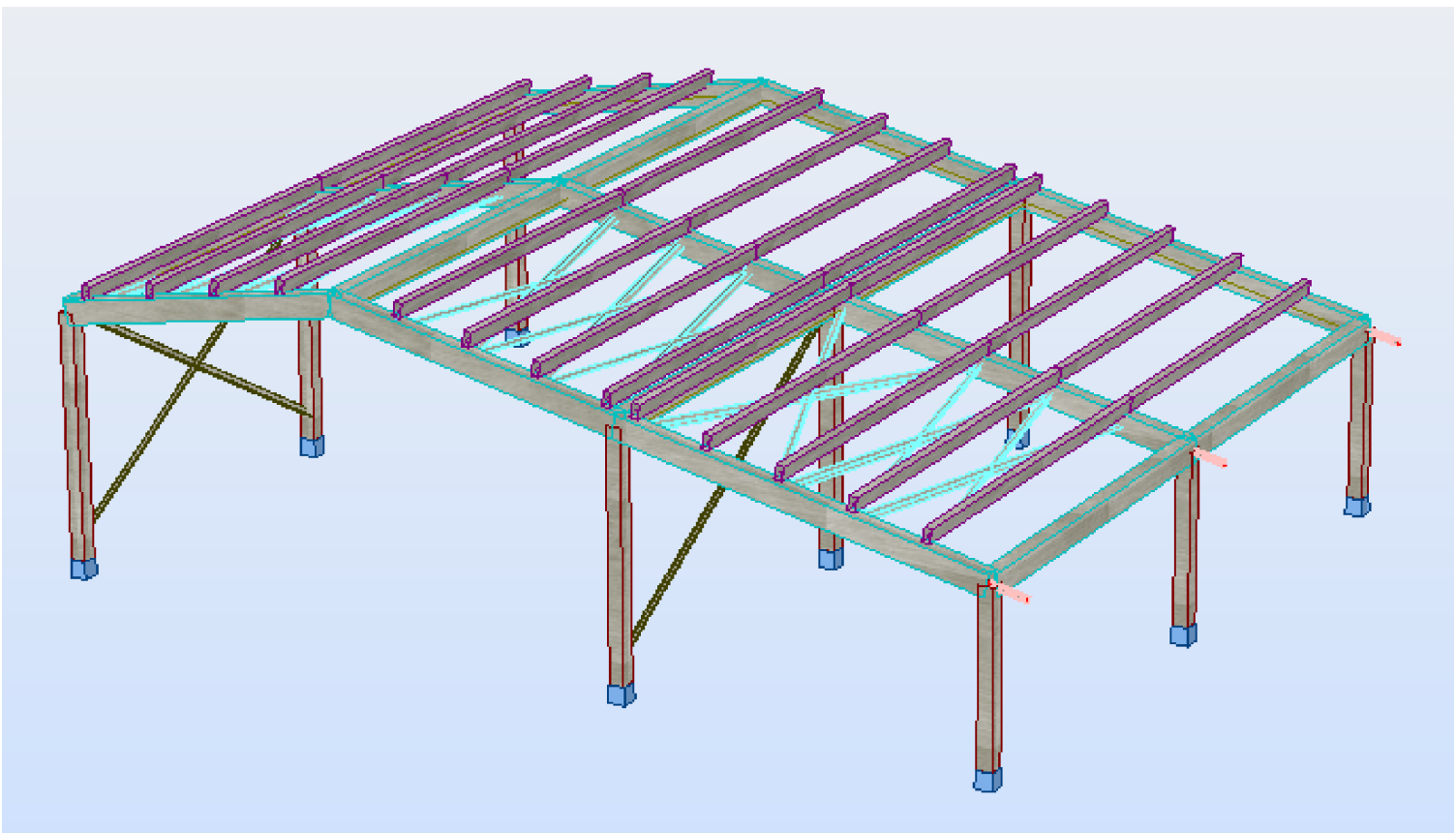
PERFIL:



PLANTA:

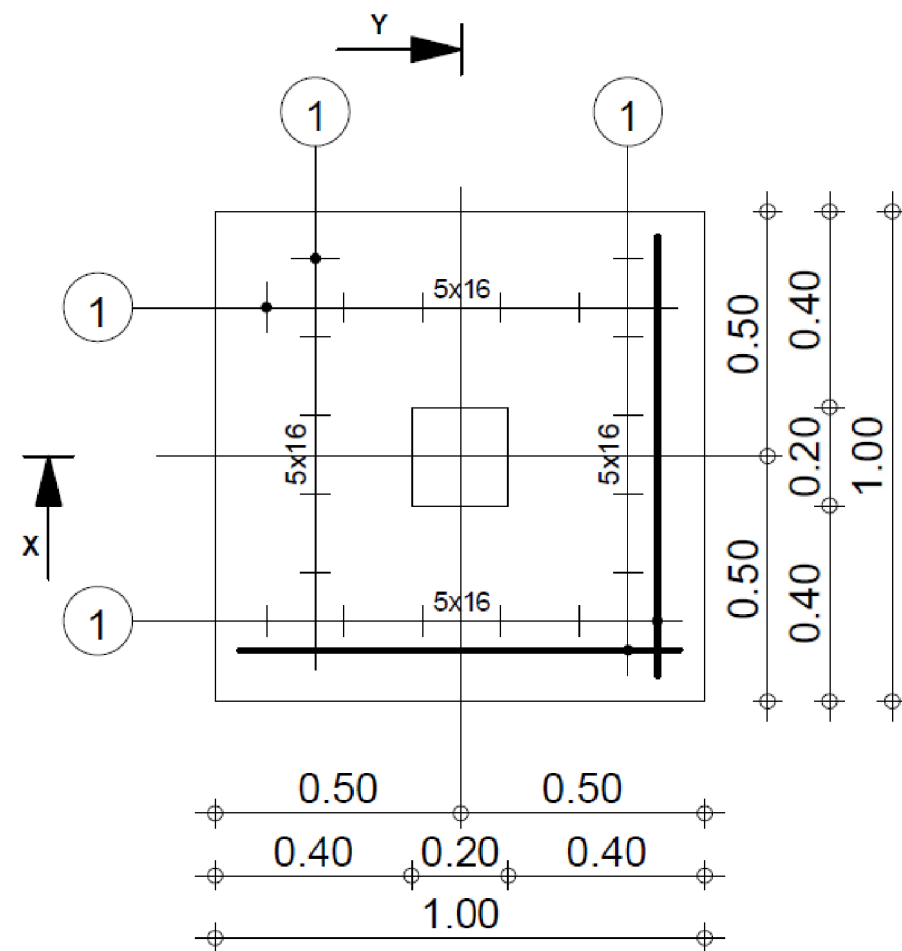


MODELO DE CÁLCULO 3D DEL PROGRAMA AUTODESK ROBOTSTRUCTURAL

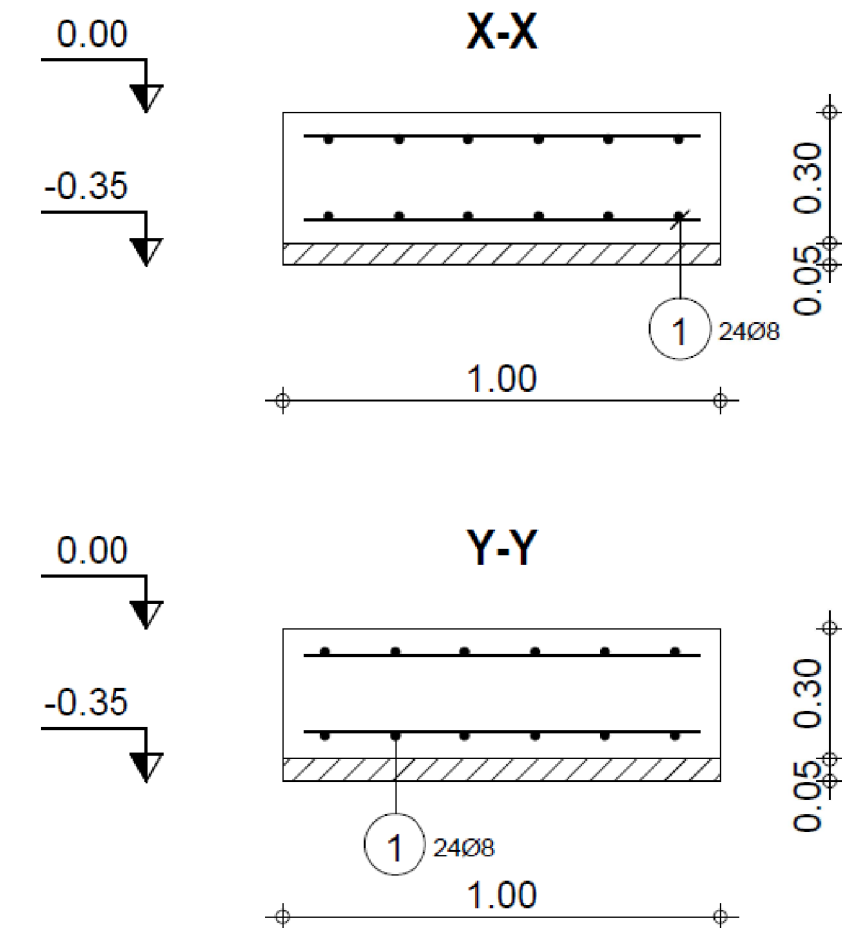


CIMENTACIONES. ZAPATAS AISLADAS 1.00X1.00 METROS PARA CADA PILAR DEL MÓDULO DE HABITACIONES.

PLANTA:



ALZADO



INFORMACIÓN ADICIONAL:

POSICIÓN	ARMADURAS	FORMA	ACERO
1	24Ø8 l=0.90	0.90	B 500 S

Superficie de encofrado = 1.2 m²

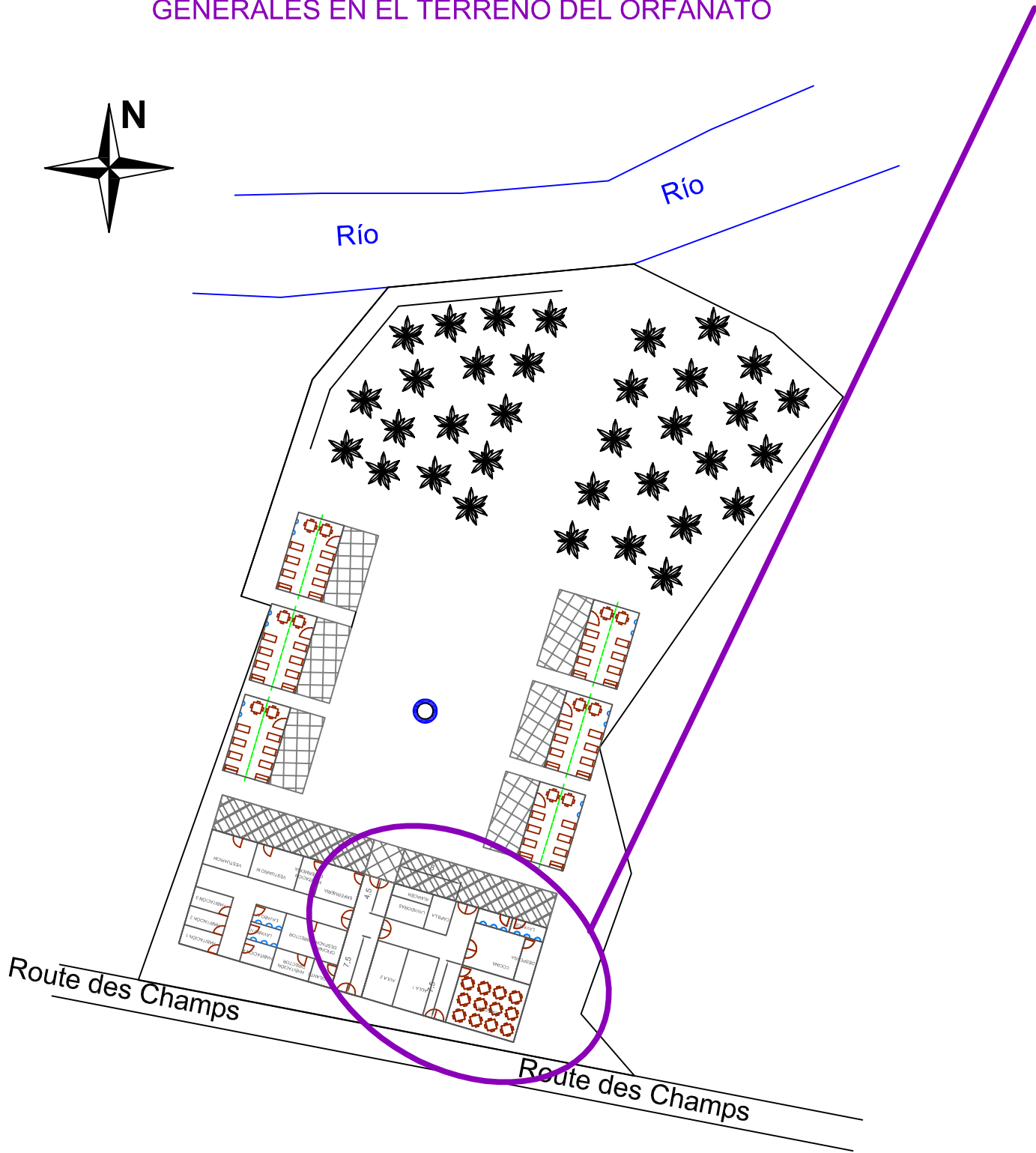
Peso del acero = 8.52 Kg.

Densidad 28.4 kg/m³.

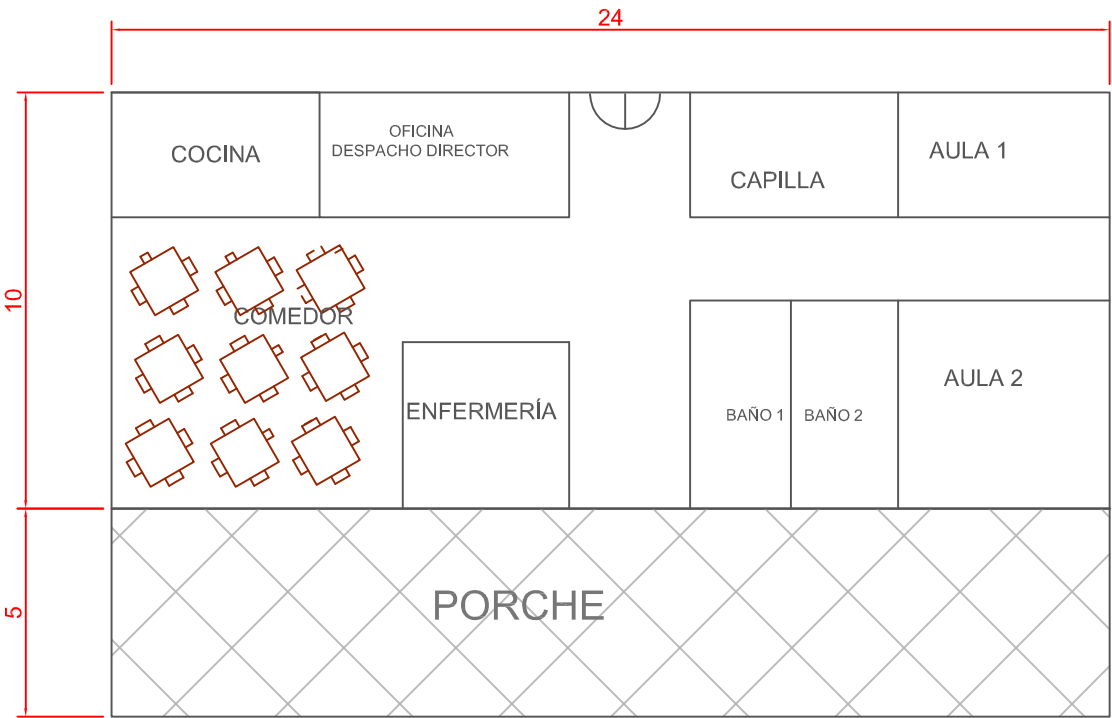
Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm.

Hormigón HA 25 = 0.300 m³.

PLANTA DE UBICACIÓN DE LOS EDIFICIOS DE SERVICIOS
GENERALES EN EL TERRENO DEL ORFANATO



EDIFICIO DE SERVICIOS (Cotas en metros).

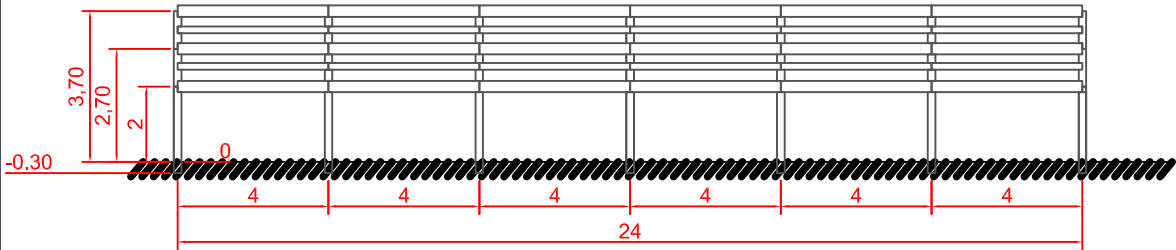


Superficie útil: 2 edificios de 200 m² cada uno unidos por un hall con acceso desde la entrada principal.
Superficie de porche: 180 m² con vistas a los módulos y al jardín central del orfanato.

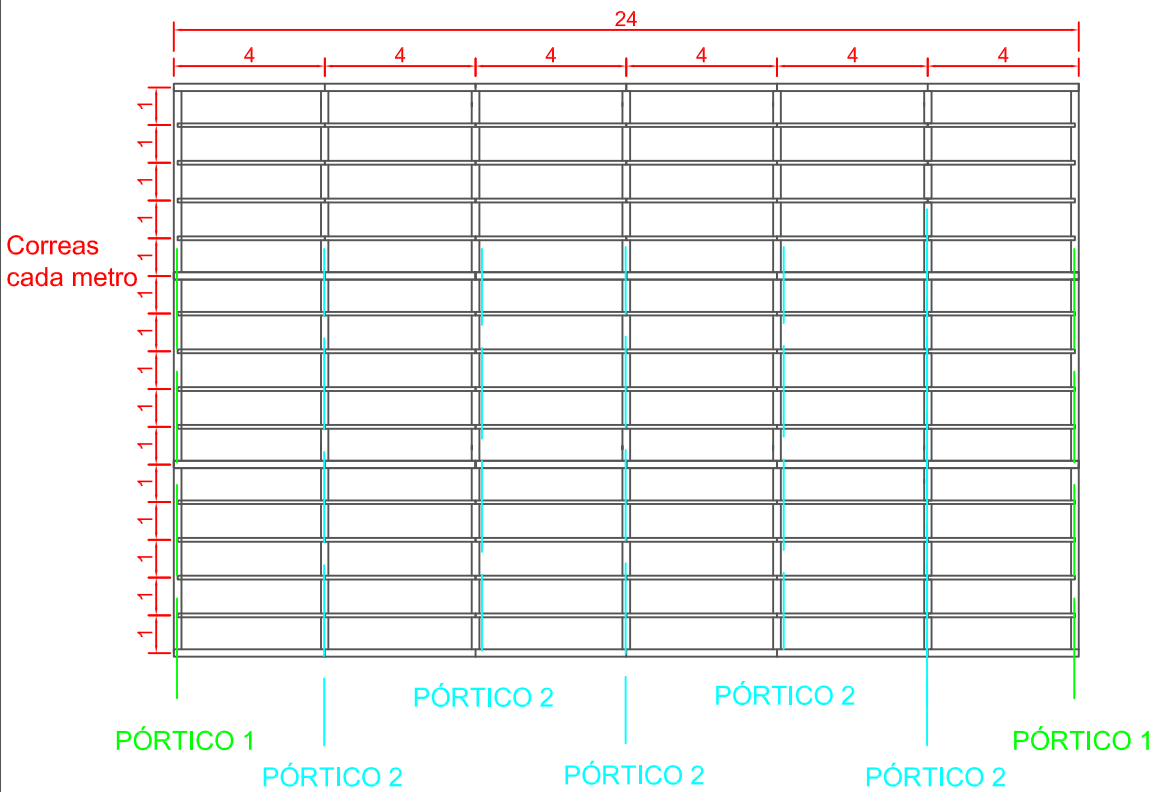
- El edificio contiene los siguientes espacios:
- cocina y comedor con capacidad para todos los niños del orfanato
 - Una oficina o despacho para el director.
 - una sala para el vigilante con vistas al jardín central.
 - una sala para enfermería.
 - 2 aulas para docencia o reuniones.
 - 2 habitaciones para hospedar a gente o trabajadores del orfanato.
 - 2 vestuarios.
 - Suministro de agua y de electricidad

DETALLE DEL EDIFICIO CENTRAL:

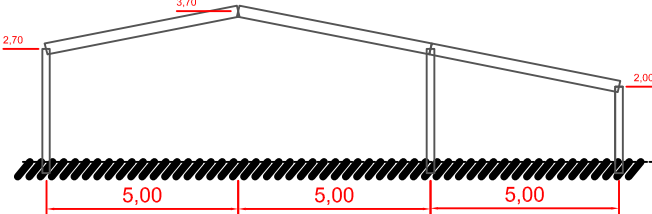
ALZADO:



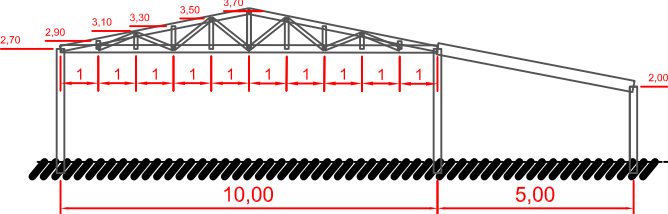
PLANTA:



PERFILES:

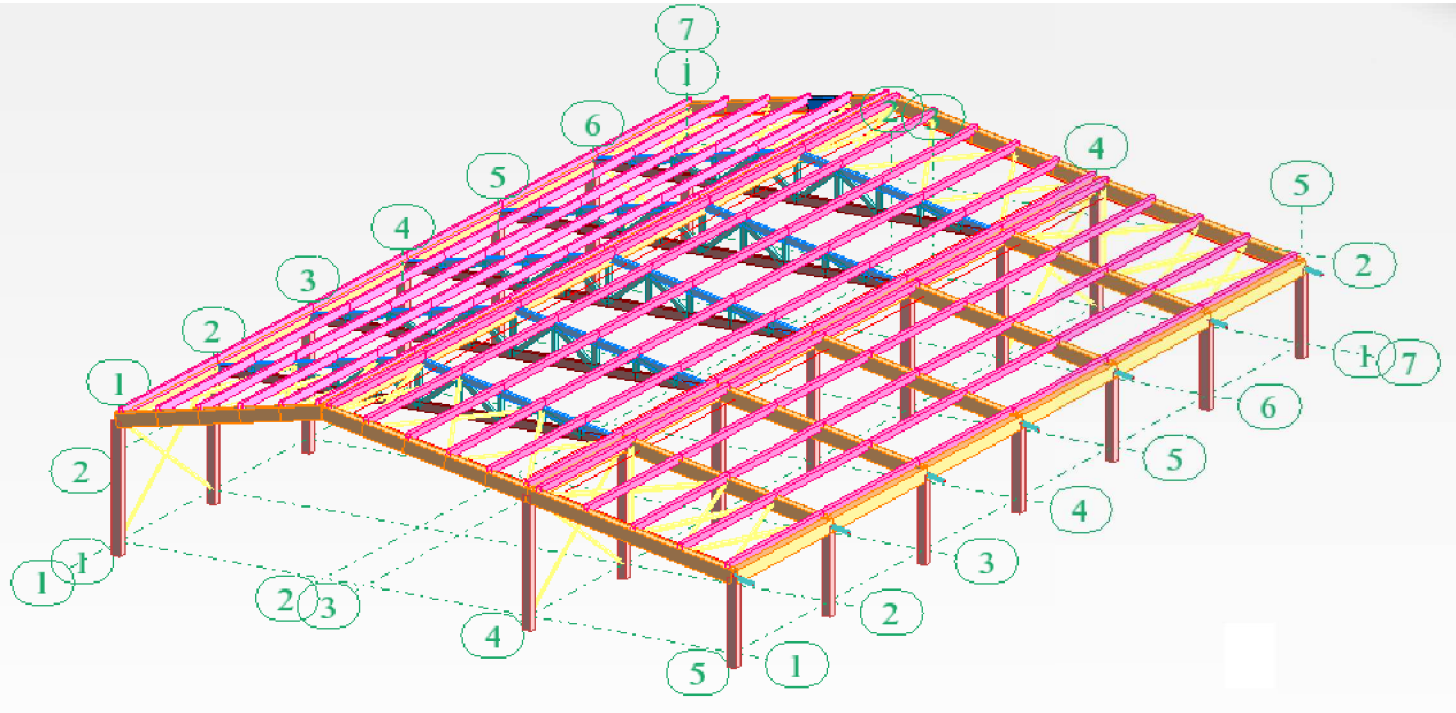


PÓRTICO 1



PÓRTICO 2

MODELO DE CÁLCULO 3D DEL PROGRAMA AUTODESK ROBOTSTRUCTURAL

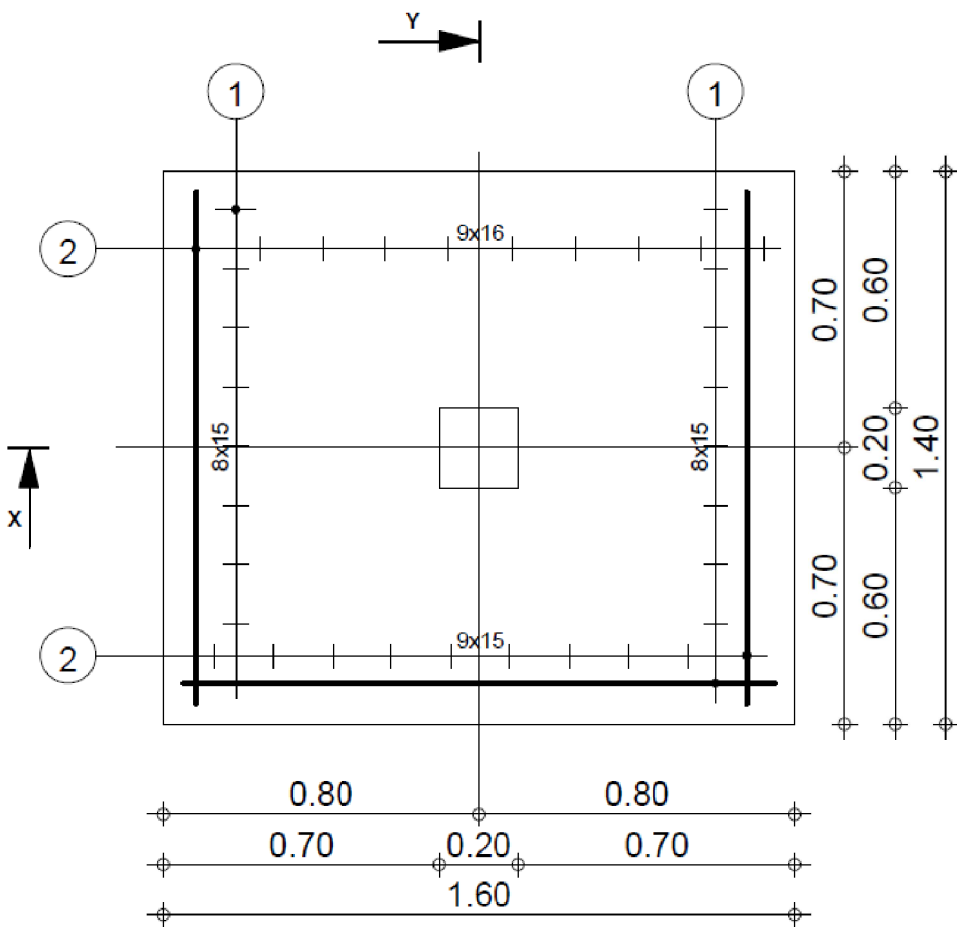


		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA MASTER INGENIERÍA CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.		PROYECTO:	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN ORFANATO EN MELONG II (CAMERÚN).	ESCALA:
		NOMBRE:	MARCOS CEREZO LEZA	PLANO:	EDIFICIO CENTRAL. PLANO DE DETALLE.	

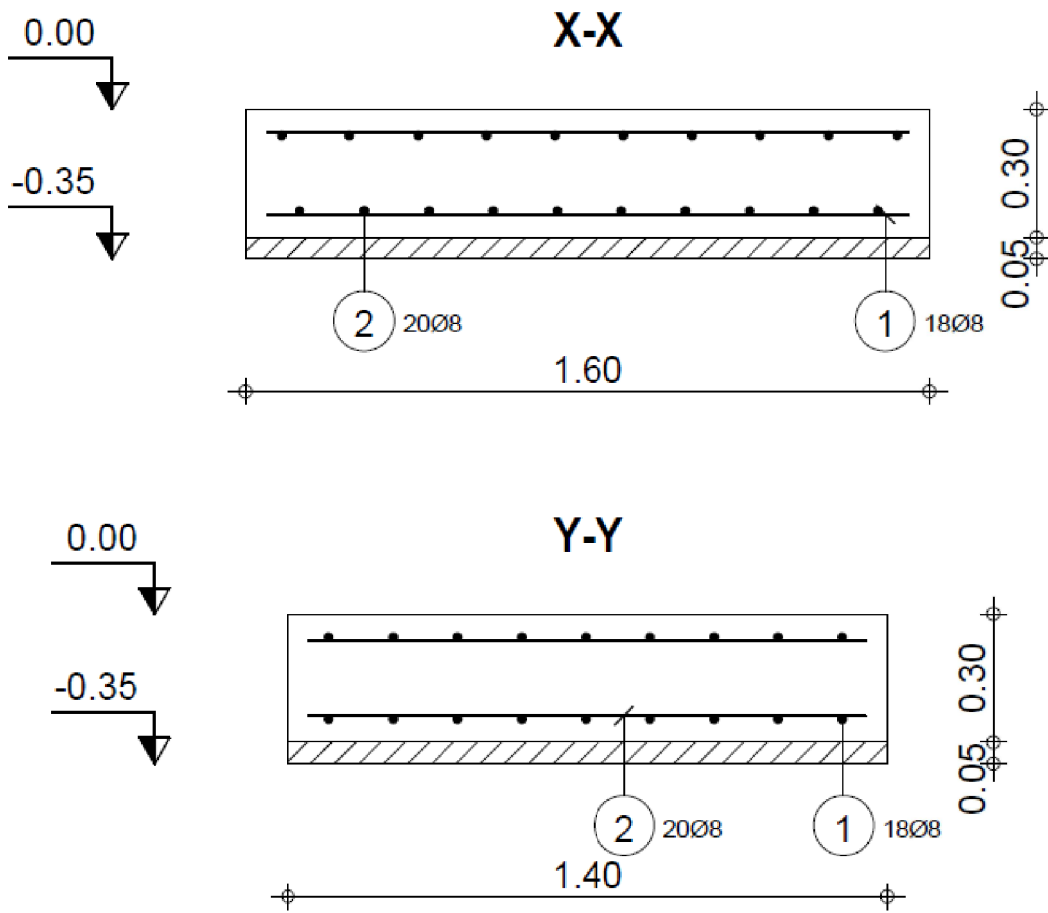
MEDICIÓN DEL EDIFICIO CENTRAL			
SECCIÓN (m)	LONGITUD (m)	MATERIAL	TIPO DE BARRA
0.10*0.10	72.20	Madera	Barra de madera
0.10*0.15	51.00	Madera	Viga de madera
0.10*0.18	408.00	Madera	Viga de madera
0.10*0.20	50.00	Madera	Viga de madera
0.20*0.20	56.00	Madera	Columna de madera
0.20*0.30	162.30	Madera	Viga de madera
CAE 80*5.5	194.88	Acero	Arriostramiento
IPE 80	3.50	Acero	Arriostramiento

CIMENTACIONES. ZAPATAS AISLADAS 1.00X1.00 METROS PARA CADA PILAR DEL MÓDULO DE HABITACIONES.

PLANTA:



ALZADO



INFORMACIÓN ADICIONAL:

POSICIÓN	ARMADURAS	FORMA	ACERO
1	18Ø8 l=1.50	1.50	B 500 S
2	20Ø8 l=1.30	1.30	B 500 S

Superficie de encofrado = 1.8 m²

Peso del acero = 20.9 Kg.

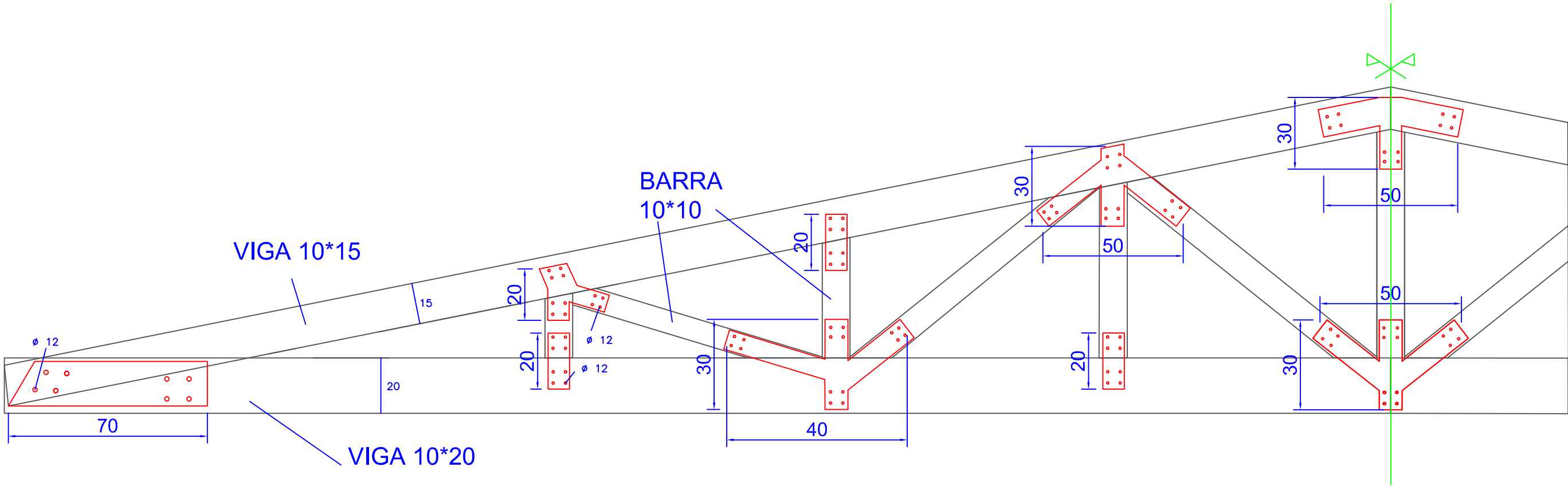
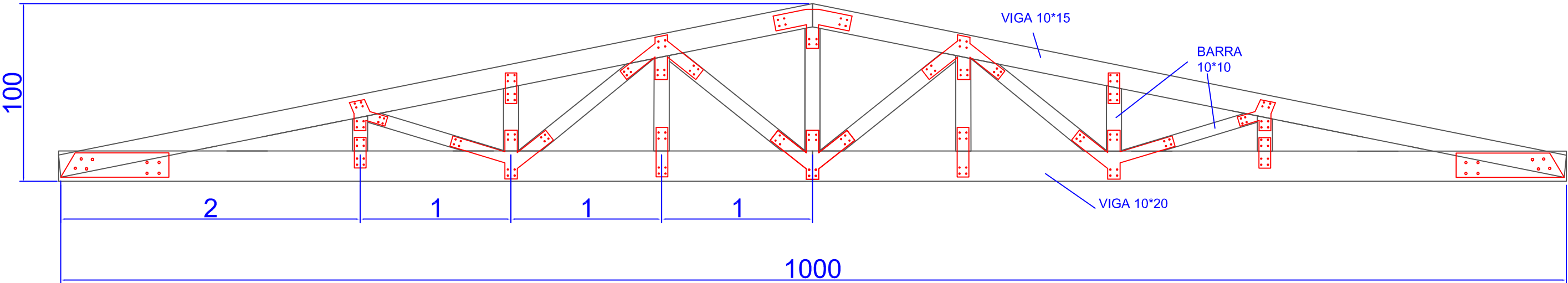
Densidad 31.1 kg/m³.

Recubrimiento c1 = 5 cm, c2 = 5 cm.

Hormigón HA 25 = 0.675 m³.

DETALLE DE LAS UNIONES DE LAS BARRAS CON PIEZAS METÁLICAS

ALZADO CERCHA. PLACAS DE UNIÓN METÁLICAS ATORNILLADAS



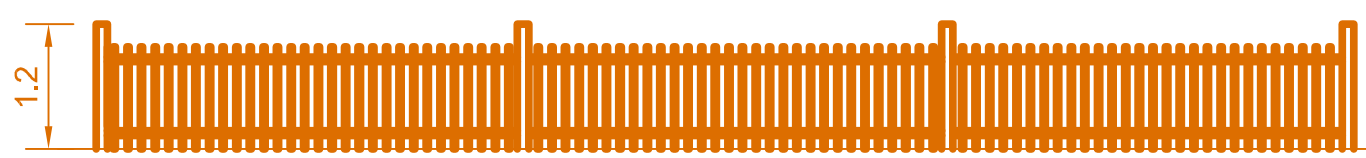
		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA MASTER INGENIERÍA CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN ORFANATO EN MELONG II (CAMERÚN).	ESCALA: -
		NOMBRE: MARCOS CEREZO LEZA	PLANO: UNIONES. PLANO DE DETALLE.	

VALLADO DEL RECINTO

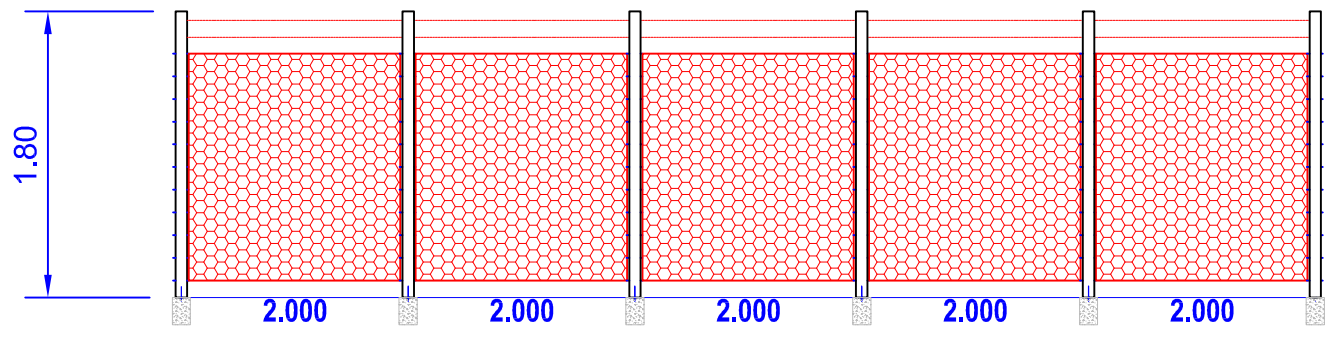
Vallado de madera
Vallado de metal



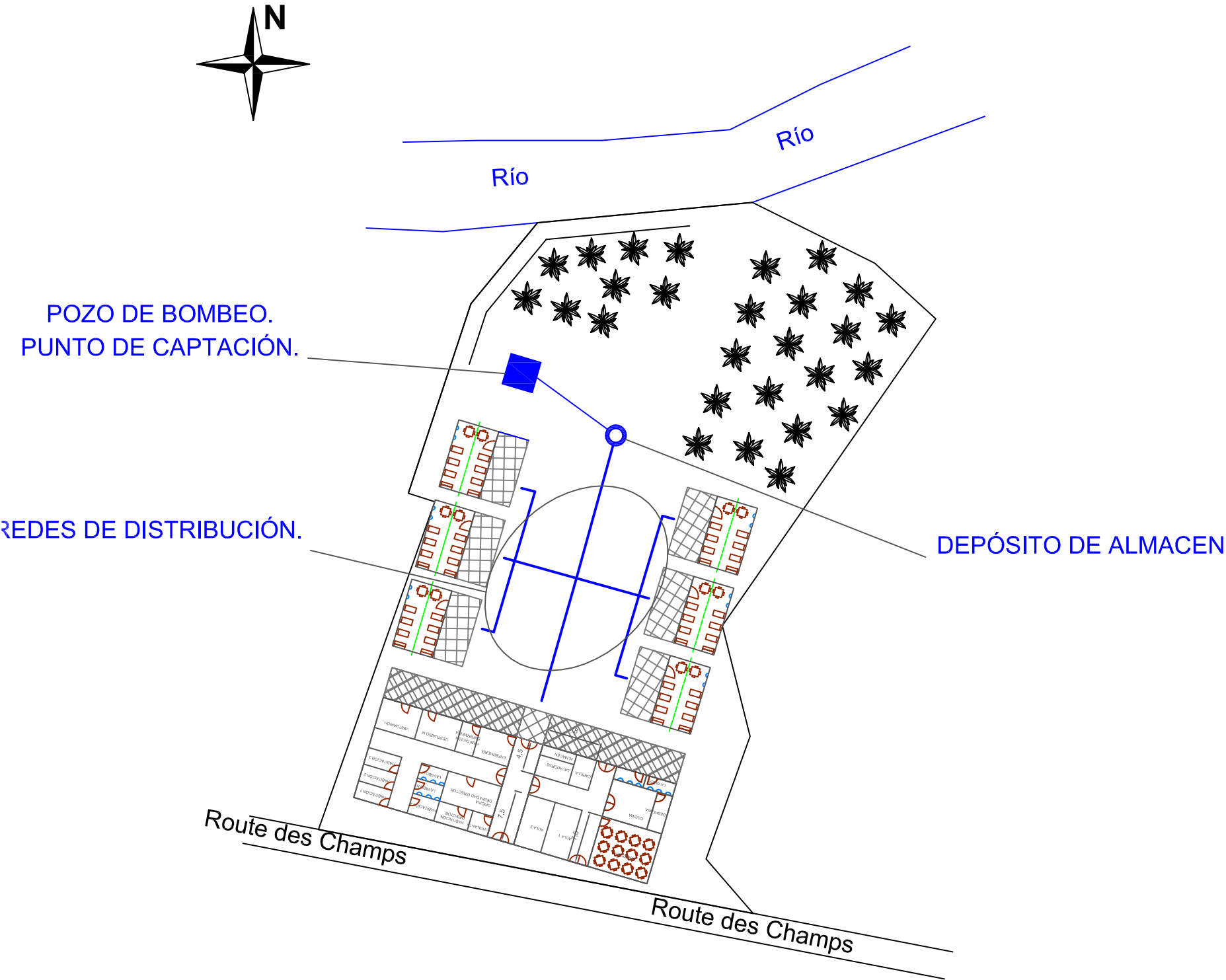
VALLADO DE MADERA:



VALLADO DE METAL:

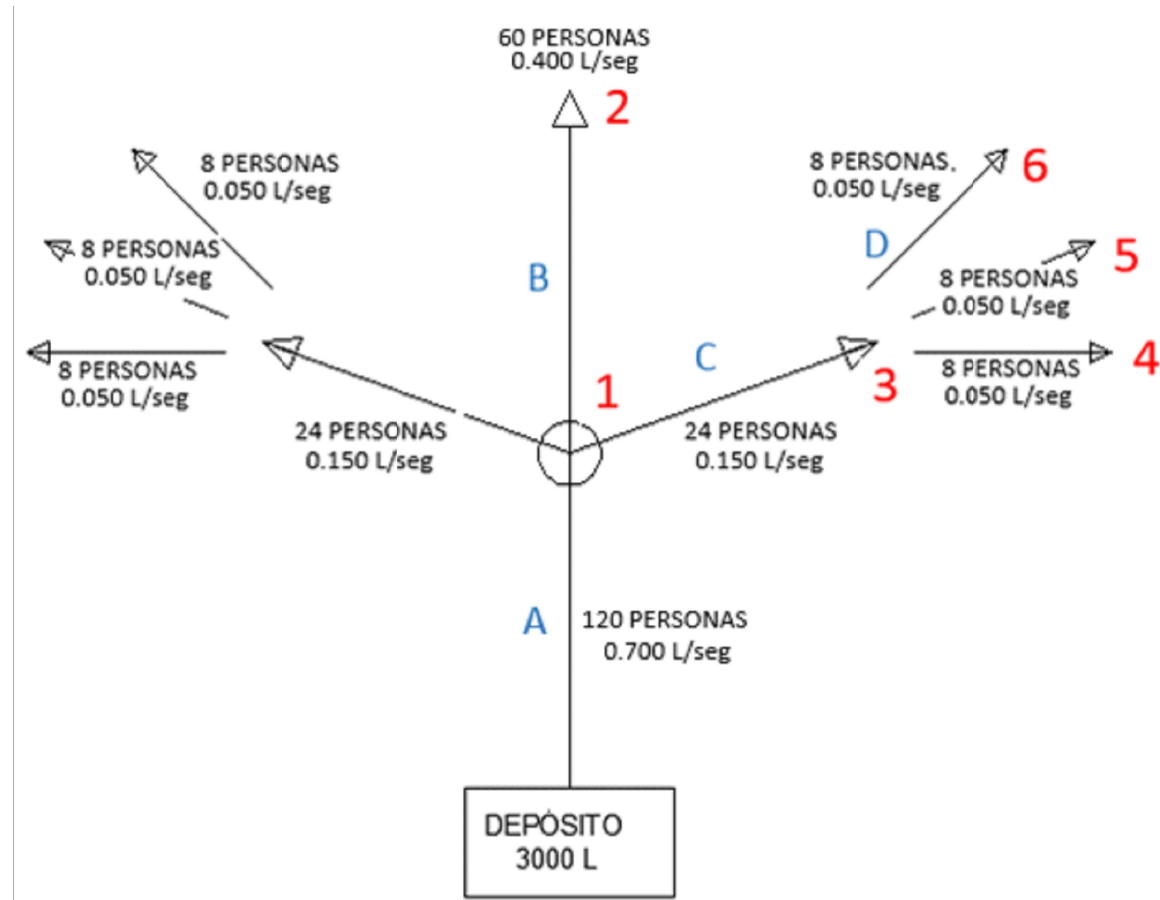


PLANTA GENERAL DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA DEL ORFANATO



		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA MASTER INGENIERÍA CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN ORFANATO EN MELONG II (CAMERÚN).	ESCALA: -
		NOMBRE: MARCOS CEREZO LEZA	PLANO: ABASTECIMIENTO DE AGUA. PLANO DE PLANTA.	

CROQUIS Y PARÁMETROS EMPLEADOS PARA EL CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN:



NEGRO : DATOS DEL CAUDAL DE DIMENSIONAMIENTO
AZUL : NOMENCLATURA DE LAS TUBERIAS DE LA RED
ROJO : NOMENCLATURA DE LOS NODOS DE LA RED
VERDE : DIÁMETRO INTERIOR DE LAS TUBERÍAS

Dimensionamiento"DNinterior" de las tuberías de la red de distribución:

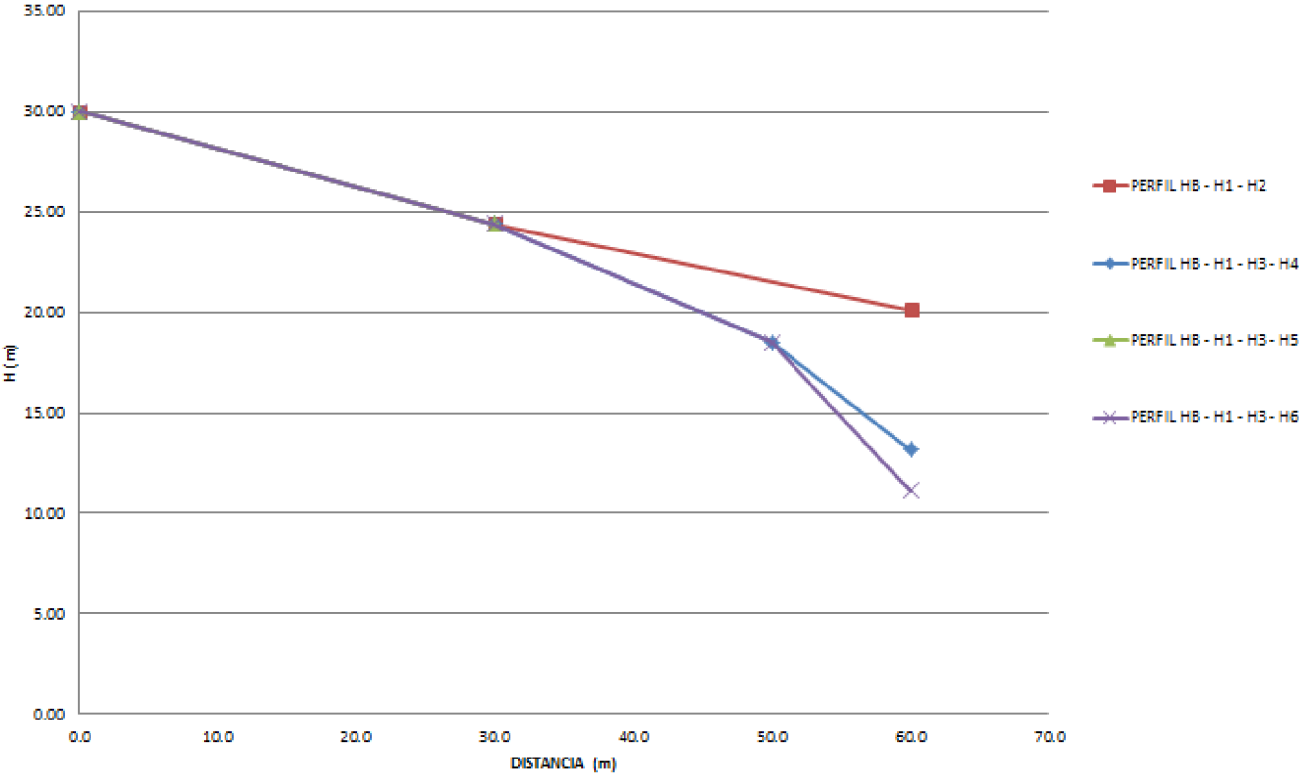
TUBERÍA	personas (nº)	Q unitario (l/s)	Q (l/s) diseño	Diam. (cm) para Vmin (1 m/s)	Diam.(cm) para Vmáx (3.5 m/s)	DN Interior (mm)	Vfinal (m/s)
A	108	0.700	0.70000	3.0	1.6	25	1.426
B	60	0.40	0.40000	2.3	1.2	18	1.572
C	24	0.15	0.15000	1.4	0.7	12	1.326
D	8	0.05	0.05000	0.8	0.4	6.5	1.507

Dimensionamiento"DNinterior" de las tuberías de la red de distribución:

TUBERÍA	Q(l/s)	DN (m)	L(m)	c	Δh(H-W) distribuidas	Δh Localizadas	ΔHtotal	
A	0.700	0.025	30.00	145	2.906	0.104	3.612	Δh B-1
B	0.400	0.018	30.00	145	5.107	0.126	6.280	Δh 1-2
C	0.150	0.012	20.00	145	3.990	0.090	4.895	Δh 1-3
D	0.050	0.007	10.00	145	5.167	0.116	6.340	Δh 3-4**

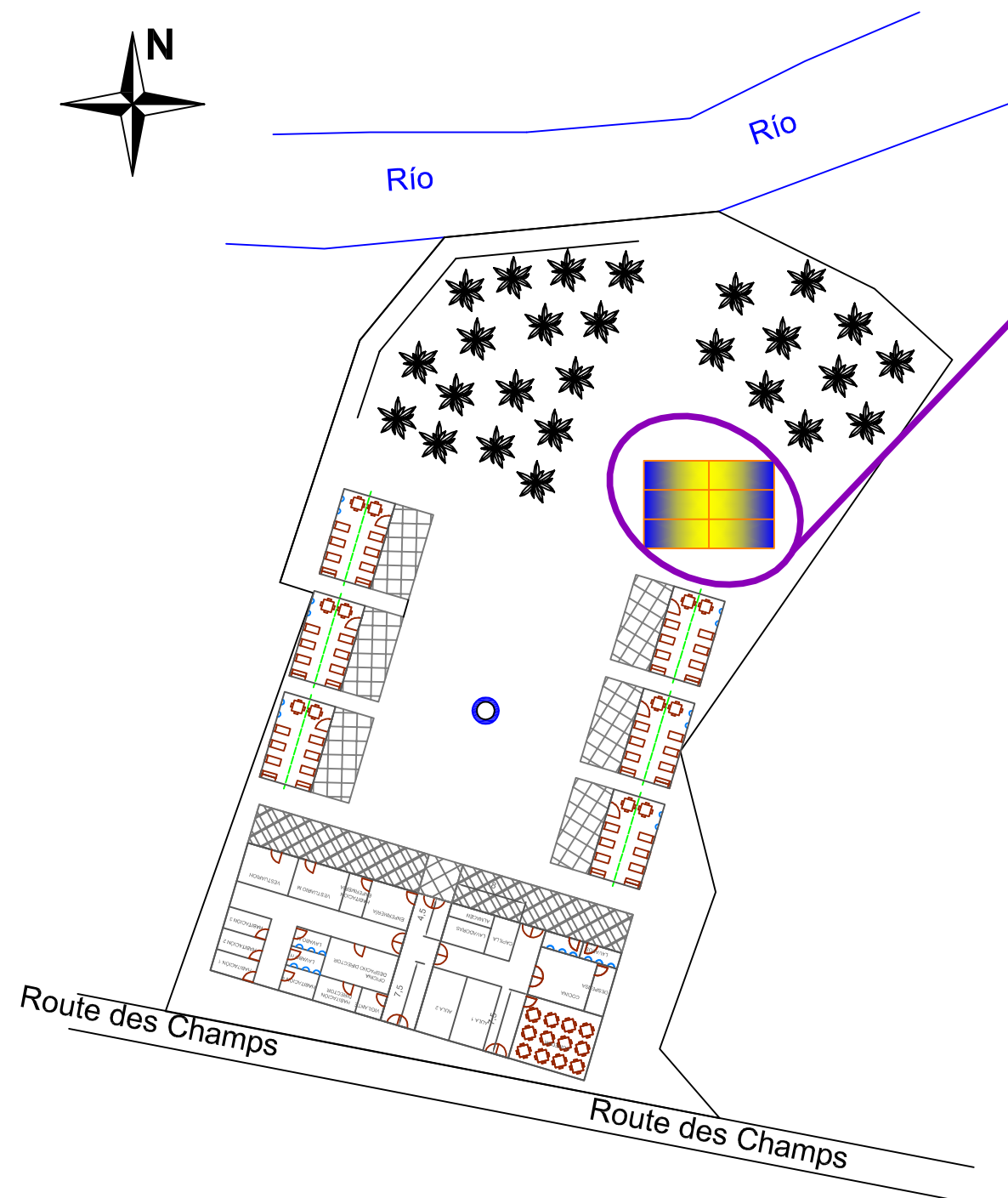
Dimensionamiento"DNinterior" de las tuberías de la red de distribución:

PERFIL LONGITUDINAL DE LA PRESIÓN EN LAS TUBERÍAS

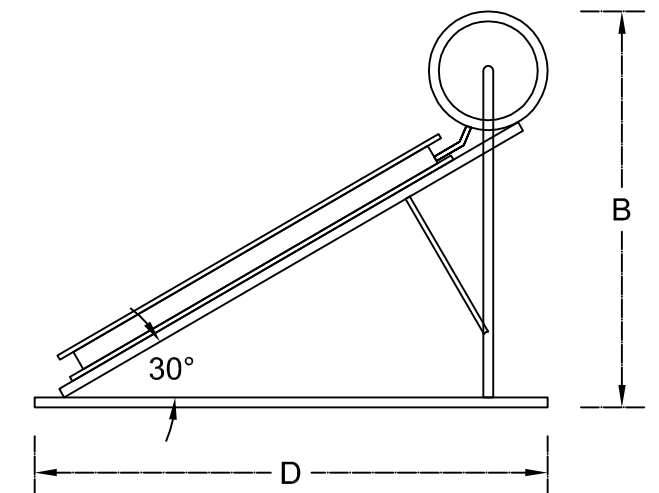
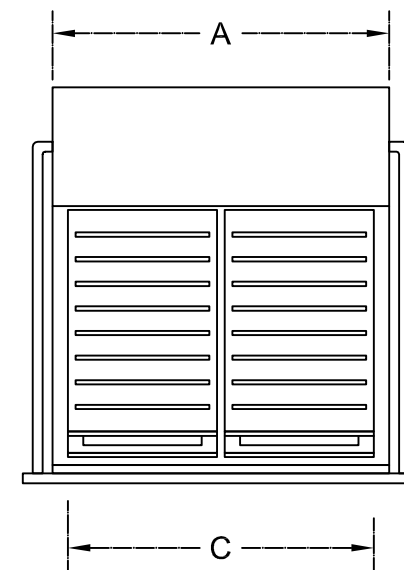


		UNIVERSIDAD DE CANTABRIA MASTER INGENIERÍA CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.	PROYECTO: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN ORFANATO EN MELONG II (CAMERÚN).	ESCALA: -
		NOMBRE: MARCOS CEREZO LEZA	PLANO: ABASTECIMIENTO DE AGUA. DETALLES TÉCNICOS.	

INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN EL RECINTO DEL ORFANATO.



Espacio para la ubicación de los paneles solares y de la instalación eléctrica



Cuadro de dimensiones de las placas SP a colocar:

WS 100 / A 122 cm - B 191 cm - C 100 cm - D 188 cm

WS 170 / A 169 cm - B 191 cm - C 198 cm - D 188 cm

WS 200 / A 134 cm - B 200 cm - C 198 cm - D 188 cm

WS 300 / A 186 cm - B 200 cm - C 210 cm - D 188 cm

SP 135 / A 140 cm - B 140 cm - C 127 cm - D 150 cm

SP 175 / A 180 cm - B 140 cm - C 168 cm - D 150 cm

SP 220 / A 226 cm - B 140 cm - C 210 cm - D 150 cm

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

INDICE:

CAPÍTULO 1.- DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO	3
CAPÍTULO 2: CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS MATERIALES.....	5
CAPITULO 3.- EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS	8
CAPITULO 4.- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	16
CAPÍTULO 5.-DISPOSICIONES APLICABLES.....	23

CAPÍTULO 1.- DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

Artículo 1.1. OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares (P.C.T.P.) comprende principalmente el conjunto de características que deberán cumplir los materiales empleados en la construcción, así como las técnicas de su colocación en la obra para la ejecución del presente “PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL ORFANATO EN MELONG II (Camerún)”.

Artículo 1.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El proyecto de construcción recoge los siguientes documentos:

Documento nº1: Memoria y Anejos.

Documento nº2: Planos.

Documento nº3: Pliego de condiciones.

Documento nº4: Presupuesto.

Artículo 1.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras se sitúan en una parcela del municipio de Melong II en la provincia de Litoral, en Camerún y es la necesaria para la construcción de los edificios para un orfanato. Las obras quedan descritas en la Memoria y Planos del Proyecto, en donde se detallan y especifican las características de cada uno de los elementos que componen las obras.

1. Limpieza y desbroce de la parcela mediante la actuación de los medios humanos y mecánicos necesarios.
2. Ejecución de obra civil referente a los edificios proyectados, con cerchas de madera montadas sobre pilares de madera de 3.30 metros de altura y con una altura total de coronación de 4.5 metros.
3. A Continuación de la obra civil se procederá con las actividades de pavimentación y ejecución de la solera.
4. Instalación de saneamiento y fontanería y electricidad.
5. Carpintería y vidriería.
6. Acabado de obra civil. Enlucidos y pintura.
7. Cercado exterior de la parcela con un vayado rural con postes de madera de 1.50 metros de altura colocados cada 5 metros.
8. Instalación de los equipos de protección contra incendios.
9. Instalación de la maquinaria necesaria para la realización de las actividades cotidianas.

Artículo 1.4. PROGRAMA DE EJECUCIÓN Y PLAZOS

El programa previsto para la ejecución de las obras e instalaciones, incluido el montaje del mobiliario interior y otros equipos auxiliares, se acordará con el constructor local una vez que este sea adjudicatario de la obra.

Artículo 1.5. MODIFICACIÓN DE LAS OBRAS

Se podrá disponer el cambio de cualquier unidad proyectada por otra nueva, entregando al Contratista los planos definitivos, que desde ese momento formarán parte del proyecto. Las modificaciones serán recogidas y archivadas.

CAPÍTULO 2: CONDICIONES QUE DEBEN REUNIR LOS MATERIALES.

Artículo 2.1. CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales a utilizar en la obra, incluidos o no incluidos en este Pliego, habrán de observar las siguientes prescripciones:

1. Si las procedencias de materiales fuesen fijadas en los documentos contractuales, el contratista tendrá que utilizarlas obligatoriamente, a menos que haya una autorización expresa del Director de la obra. Si fuese imprescindible a juicio de éste cambiar el origen o procedencia, ello se regirá por lo dispuesto en el art. 29 del Pliego de Condiciones Administrativas Particulares (P.C.A.P.).
2. Si por no cumplir las prescripciones del presente Pliego se rechazan los materiales que figuren como utilizables en los documentos informativos, el contratista tendrá la obligación de aportar otros materiales que cumplan las prescripciones, sin que por esto tenga derecho a un nuevo precio unitario.
3. El contratista obtendrá a su cargo la autorización para la utilización de préstamos y se hará cargo además, por su cuenta, de todos los gastos, cánones, indemnizaciones, etc. que se presenten.
4. El contratista notificará a la Dirección de la obra con suficiente antelación las procedencias de los materiales que se proponga utilizar, aportando las muestras y los datos necesarios, tanto por lo que haga referencia a la calidad como a la cantidad.
5. En ningún caso podrán ser acopiados y utilizados en la obra materiales cuya procedencia no haya sido aprobada por el Director.
6. Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán ser de calidad suficiente a juicio del Director de la obra, aunque no se especifique expresamente en el Pliego de Condiciones. La calidad considerada como suficiente será la más completa de las definidas en la normativa del capítulo 5 de este P.C.T.P.

Artículo 2.2. ACEROS

El acero a emplear cumplirá las condiciones exigidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE 08) de Estructura de Acero en la Edificación.

Si el director facultativo de la obra lo considera conveniente, se exigirá un certificado de un Laboratorio Oficial que garantice la calidad del acero utilizado. Asimismo, dará instrucciones sobre la ejecución en la obra del ensayo de doblado - desdoblado descrito en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE. La clase de acero laminado a emplear en las estructuras serán, tanto en perfiles como en chapa, acero laminado A-42b, incluido en la norma UNE-36080-73, cumplirá todas las características mecánicas (límites elásticos, resistencia a tracción, alargamiento de rotura, doblado), y químicas (contenido límite en carbono, fósforo y azufre), establecidas en la norma.

El hierro para clavos y herrajes será dulce, maleable en frío y en caliente, de grano fino y homogéneo, perfectamente laminado y de superficie bien limpia, no debiendo presentar huecos ni señales de incrustaciones de escorias o cuerpos extraños.

Artículo 2.3. CEMENTO

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-97). Se cumplirán asimismo las recomendaciones y prescripciones contenidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE 08) y las que en lo sucesivo sea aprobada. Las características del cemento a emplear se comprobarán antes de su utilización, mediante la ejecución de las series completas de ensayos que estime el Ingeniero Director de las obras. En los hormigonados, el cemento será de tipo PA-350, salvo indicación en contra del Ingeniero Director.

Artículo 2.4. AGUA

El agua procederá del pozo de bombeo construido para el abastecimiento del futuro orfanato. Se utilizará para el amasado del hormigón y morteros y para el curado de hormigón.

Artículo 2.5. ÁRIDOS

Las arenas serán de naturaleza silícica, de ríos o canteras, y no excederán en sustancias perjudiciales de los porcentajes (referidos a peso seco) especificados en la normativa.

Los ensayos de la arena sobre morteros se realizarán a instancia del Director de Obra y permitirán conocer si se debe aumentar o disminuir la dosificación de la mezcla, decisión que compete al Director de Obras. No se admitirán gravas cuyas sustancias perjudiciales excedan los porcentajes (referidos a peso seco) especificados en la normativa. Las gravas estarán exentas de materia orgánica. El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento. Los áridos procederán de graveras naturales y serán lavados totalmente, salvo expresa autorización del Director de Obra. Antes de dar comienzo a las obras por el Director de las mismas, se fijará, a la vista de la granulometría de los áridos, la proporción y tamaño de los mismos a mezclar para conseguir la curva granulométrica óptima y la capacidad más conveniente del hormigón, adoptándose, como mínimo, una clasificación de tres tamaños de áridos y sin que el Contratista pueda alegarse precio o suplemento alguno por este concepto

Artículo 2.6. TUBERÍAS

Los materiales a emplear en las tuberías, que se encontrarán definidos en el Proyecto, podrán ser hormigón, cemento, gres, fundición o cloruro de polivinilo según su misión, debiendo ser todas de marcas reconocidas y sancionadas en la En las tuberías de PVC, éste será rígido y estará fabricado según la norma UNE- 53111/12. Serán obligatorias siguientes verificaciones y pruebas, recogidas en el "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de

Abastecimiento de Agua" del MOPU. Todos los mecanismos de llaves y válvulas serán sometidos a las pruebas de funcionamiento y resistencia de estanqueidad. Para un mismo diámetro nominal y presión normalizada, deberán ser intercambiables. Todos los elementos de la conducción deberán resistir todos los esfuerzos que estén llamados a soportar en servicio y durante las pruebas, y ser absolutamente estancos, no produciendo alteración alguna en las características físicas, químicas y bacteriológicas.

Artículo 2.7. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS

Obligada existencia de extintores móviles. Todos los extintores móviles incluidos en el presente proyecto serán de tipo homologado, de acuerdo con el Reglamento de Recipientes a Presión vigente del Ministerio de Industria y Energía en la ITC correspondiente (MIE-AP-5).

En cuanto a la eficacia extintora, o clasificación por el "hogar tipo" apagado, en los ensayos de eficacia según la Norma UNE 23-110, deberá ser probada mediante certificado expedido por el laboratorio oficialmente reconocido en el que se realizaron dichos ensayos.

CAPITULO 3.- EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS

Artículo 3.1. CONDICIONES GENERALES

Ejecución de las obras:

Todas las obras comprendidas en este Proyecto se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en los Planos y en este Pliego de Condiciones y siguiendo las indicaciones de la Dirección Técnica, quien resolverá las cuestiones que puedan plantearse en la interpretación de aquellos y en las condiciones y detalles de la ejecución.

En caso de ambigüedad o contradicción entre los documentos del proyecto, prevalecerá la información recogida en el documento 2: "Planos".

Obras provisionales:

El contratista ejecutará o acondicionará oportunamente las carreteras, caminos y accesos provisionales necesarios por los desvíos que impongan las obras, en relación con el tráfico general y los accesos de las fincas adyacentes, de acuerdo con lo que se defina en el Proyecto o con las instrucciones que reciba de la Dirección. Los materiales y las unidades de obra necesarios en las citadas obras provisionales cumplirán todas las prescripciones del presente Pliego, como si fuesen obras definitivas.

Estas obras se abonarán, a menos que en el presente Pliego se diga expresamente lo contrario, con cargo a las partidas alzadas que por tal motivo figuren en el Presupuesto. Caso de que no figurasen se valorarán con los precios del contrato. Si, a juicio de la Dirección, las obras provisionales no fuesen estrictamente necesarias para la ejecución normal de las obras, no serán abonadas, siendo, por tanto, conveniencia del contratista facilitar o acelerar la ejecución de las obras. Tampoco serán abonados los caminos de obra, accesos, subidas, puentes provisionales, etc., necesarios para la circulación interior de la obra, para el transporte de materiales a la misma o para los accesos y circulación del personal de la administración y visitas de obra. A pesar de ello, el contratista deberá mantener los mencionados caminos de obra y accesos en buenas condiciones de circulación. La conservación durante el término de utilización de estas obras provisionales será a cuenta del contratista.

Vertederos:

A excepción de una manifestación expresa y contraria en el presente Pliego, la localización de vertederos, así como los gastos que comporte su utilización, serán a cargo del contratista. Los diferentes tipos de material que se precise eliminar (cimientos, subterráneos, etc.) no serán motivo de sobreprecio, por considerarse incluidos en los precios unitarios del contrato. El Director de la obra podrá autorizar vertederos en las zonas bajas de las parcelas, con la condición de que los productos vertidos sean tendidos y compactados correctamente. Los gastos del citado tendido y compactación de los materiales serán a cuenta del contratista, por considerarse incluidos en los precios unitarios.



Servidumbres y servicios afectados:

Lo relativo a las servidumbres existentes se regirá por lo que se estipula en el P.C.A.P. A este efecto, también se considerarán servidumbres relacionadas en el Pliego de Prescripciones las que aparezcan definidas en los Planos del proyecto. No se presentan servidumbres ni servicios afectados en el presente proyecto. A pesar de todo, el contratista tendrá la obligación de realizar los trabajos necesarios para la localización, protección o desvío de los servicios afectados de poca importancia en el caso de que los hubiera, y que la Dirección considere conveniente realizar para la mejora del desarrollo de las obras. Estos trabajos serán de pago al contratista, ya sea con cargo a las partidas alzadas existentes a tal efecto en el Presupuesto o bien por unidad de obra.

Conservación de las obras. Se define como conservación de la obra el conjunto de trabajos de vigilancia, limpieza, acabado, mantenimiento y reparación y todos los que sean necesarios para mantener las obras en perfecto estado de funcionamiento y limpieza. La citada conservación se extiende a todas las obras ejecutadas bajo el mismo contrato. Además de lo prescrito en el presente artículo, ello se regirá por lo dispuesto en el art. 34 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

La existencia de viales que sea preciso mantener en servicio durante la ejecución de las obras no será motivo de reclamación económica por parte del contratista. Este programará la ejecución de las obras de manera que las interferencias sean mínimas y, si conviene, construirá los desvíos provisionales que sean necesarios, sin que ello sea motivo de incremento del precio del contrato. Los gastos ocasionados por los anteriores conceptos y por la conservación de los viales de servicio citados se consideran incluidos en el precio del contrato, y en ningún momento podrán ser objeto de reclamación. Caso de que lo expuesto anteriormente implique la necesidad de ejecutar determinadas partes de la obra por fases, éstas serán definidas por la Dirección de Obra, y el posible costo adicional se considerará, como en el apartado anterior, incluido en los precios unitarios.

Control de las obras:

Por cuenta del contratista, y hasta el uno por ciento (1%) del importe del presupuesto, se abonarán las facturas del laboratorio dictaminado por el Director de Obra para la realización del control de calidad, según el esquema aprobado por éste.

El laboratorio encargado de este control de obra realizará todos los ensayos del programa, previa solicitud de la Dirección Facultativa.

- A criterio de la Dirección Facultativa se podrá ampliar o reducir el número de controles, que se pagarán siempre a partir de los precios unitarios aceptados.
- Los resultados de cada ensayo se comunicarán simultáneamente a la Dirección Facultativa de las obras y a la empresa constructora. En caso de resultados negativos se anticipará la comunicación telefónicamente, a fin de poder tomar las medidas necesarias con urgencia.



Artículo 3.2. REPLANTEO

REPLANTEO. Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director de las mismas, hará las comprobaciones que crea necesarias al replanteo realizado por el Contratista.

Del resultado de este replanteo, una vez realizadas las comprobaciones antedichas, se levantará acta que suscribirán el Ingeniero Director y el Contratista. El Contratista será responsable de la conservación de los puntos de referencia, señales y mojones. Si en el transcurso de las obras sufrieran deterioros o destrucciones, serán a su cargo los gastos de reposición y comprobación. Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originen en los replanteos, incluso los ocasionados al verificar los replanteos parciales que exija el curso de las obras.

Artículo 3.3. ORDEN DE LOS TRABAJOS

El contratista deberá seguir en la ejecución de las obras, el orden de trabajos previamente aprobado por el Ingeniero Director, debiendo extremar las precauciones para causar los mínimos perjuicios a terceras personas, corriendo a su cargo cuantos gastos se originen por este concepto.

Artículo 3.4. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Comprende todas las operaciones relacionadas con los movimientos de tierras o rocas necesarias para la ejecución de la obra. Estas operaciones son: Limpieza del terreno, explanaciones, desmontes y vaciados, rellenos y terraplenes, excavación de zanjas y pozos, transporte de tierras a vertedero, replanteo definitivo. La limpieza del terreno incluye la excavación de los materiales objeto del desbroce y la retirada de los materiales objeto del desbroce. Todo ello será realizado de acuerdo con las presentes especificaciones y con los datos que sobre el particular incluyan los correspondientes documentos del proyecto.

Artículo 3.5. CIMENTACIONES

Reconocimiento general del suelo: Con anterioridad a la ejecución de las obras y mediante los trabajos adecuados se reunirá toda la información posible proveniente de la observación de las zonas vecinas, del estado de las edificaciones adyacentes, corrientes de agua, etc., y tomando datos en general de toda clase de circunstancias que puedan posteriormente facilitar y orientar los trabajos que habrán de realizarse en el momento del reconocimiento del terreno.

Resistencia de los terrenos. El Ingeniero Director, según su criterio técnico y después de los reconocimientos y ensayos del terreno que considere necesarios, escogerá en cada caso la presión admisible que crea adecuada, fijando también el asentamiento máximo tolerable.

Tipos de cimientos. La dirección facultativa comprobará que la cimentación se realice en la forma, medida, dosificación y manera particular de ejecución que indiquen los planos y el Pliego de Condiciones; con las longitudes, forma, separaciones, diámetros, número de barras y



secciones que figuren en los planos. Los recubrimientos, anclajes y montajes se ajustarán a las normas vigentes

Aceros. El acero a emplear cumplirá las condiciones exigidas en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ensayos. Si el director facultativo de la obra lo considera conveniente, se exigirá un certificado de un Laboratorio Oficial que garantice la calidad del acero utilizado. Asimismo, dará instrucciones sobre la ejecución en la obra del ensayo de doblado - desdoblado descrito en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Zapatas aisladas. El dimensionado será el fijado en el Anejo Cálculos Constructivos y en los planos de cimentación, debidamente acotados

Artículo 3.6. SANEAMIENTO

Redes de saneamiento vertical.

La red de saneamiento vertical o de bajantes de desagües comprende los siguientes elementos:

- Red horizontal de desagües de aparatos.
- Bajantes fluviales, fecales y de aguas con grasa o jabonosas.

Red de saneamiento horizontal.

Comprende las conducciones que recorren las aguas pluviales, negras o fecales, con grasa o jabonosas, para conducir las a la red general de alcantarillado del Polígono Industrial.

Los materiales a emplear en la tubería, que se encontrarán definidos en el Proyecto, podrán ser hormigón, cemento, gres, fundición, fibrocemento o cloruro de polivinilo, debiendo ser todas de marcas reconocidas y sancionadas en la práctica.

Las zanjas serán tales que la tubería vaya enterrada a las cotas indicadas en el Proyecto o a la que indique el director facultativo de la obra.

Artículo 3.7. ESTRUCTURAS

Estructuras de madera.

Se define como estructura de madera el conjunto de elementos de este material que formen la parte sustentable de la edificación.

La forma y dimensiones de la estructura vendrán definidas en los planos correspondientes.

La madera a usar es el material autóctono de la comarca de Litoral en Camerún apto para construcción.

El contratista deberá demostrar la cualificación del personal que ejecute este tipo de obras.

Las uniones, cualquiera que sea su tipo, se realizarán de acuerdo con las indicaciones del Proyecto, de la dirección facultativa o de las normas vigentes.

Antes del montaje de la estructura se limpiarán como mínimo las partes de ésta que deban permanecer ocultas.

Se colocarán placas de soporte sobre cimentaciones superficiales de hormigón armado ejecutadas in situ, que se inmovilizarán una vez conseguidos los aplomos y alineaciones definitivas.



Todos los elementos de la estructura se protegerán contra los fenómenos climatológicos. No se efectuará la imprimación hasta que su ejecución sea autorizada por el director de obra, tras haber realizado la inspección de las superficies y uniones de la estructura acabada en taller.

Mientras no se haya ejecutado la unión, no se imprimirán ni protegerán las superficies que sea necesario juntar.

Se adoptarán las medidas necesarias para evitar la corrosión de los elementos que sirven de unión entre las distintas piezas de madera.

Elementos prefabricados.

Este apartado comprende el conjunto de elementos estructurales y/o de cerramiento, industrializados o realizados en taller, de manera que en obra solamente se realice el montaje. El montaje de los diferentes elementos se realizará de acuerdo con las indicaciones del fabricante y la dirección de obra, por personal especializado o capaz de efectuar trabajos de esta clase.

Se tendrá especial cuidado con el anclaje y aplomado de los elementos, así como con el perfecto sellado de sus juntas.

Juntas de dilatación.

El tipo de materiales empleados será el que indique la dirección de obra o el que se define en el Proyecto. En cualquier caso, tendrá que cumplirse la normativa más estricta del apartado, entendiéndose incluido en el precio del metro lineal (ml) tanto los materiales como las operaciones que sean preciso ejecutar para conseguirlo.

Artículo 3.8. ALBAÑILERÍA

Divisiones interiores.

Este apartado comprende las fábricas de bloques de cerámica tomadas con morteros. Los elementos de división no tradicionales quedan excluidos.

Los morteros son la mezcla íntima de arena fina, conglomerante y agua, convenientemente escogida y dosificada según lo especificado en los Planos del Proyecto.

En su caso, pueden llevar un producto de adición para mejorar las características.

Las fábricas de albañilería son las obras donde entra como elemento fundamental el bloque paralelepípedo de cerámica, tierra compactada o de hormigón, tomado con mortero.

Los bloques que se han de emplear, sean macizos, huecos dobles o sencillos, perforados o especiales, cumplirán lo establecido en las disposiciones vigentes, en cuanto haga referencia a dimensiones, calidad y resistencia.

Las interrupciones del trabajo se harán dejando las fábricas en juntas o en escalonado diagonal, para facilitar una buena traba posterior. Cuando se comience de nuevo, se regará abundantemente la fábrica, limpiándola de polvo y mortero viejo.

Los tabiques son fábricas más pequeñas, generalmente sin función resistente y de ladrillo hueco. Según su grueso se denominarán: tabique tabicón de diez centímetros (10 cm).

Los tabiques se aplomarán perfectamente con sus hiladas bien alineadas. Se utilizará pasta de yeso para los tabiques y mortero M-50 para los tabicones.

Cubiertas.

Las cubiertas son los elementos constructivos que coronan superiormente el edificio para protegerlo de precipitaciones y otras inclemencias atmosféricas.

Se seguirán las indicaciones de la dirección de obra y las normas vigentes en lo que haga referencia a anclajes y cargas de las piezas de revestimiento. Se ejecutarán según lo dispuesto en la NTE-QTG.

Canalones: Son piezas de chapa galvanizada que tienen por función la conexión de las bajantes de aguas pluviales con el plano superficial de la cubierta, de manera que resuelven la estanqueidad de la unión entre ambos elementos, no permitiendo la obstrucción por elementos extraños y estando provistos de sifón.

Yesos y escayolas.

Definidas las condiciones térmicas exigibles en el edificio y escogidos los elementos constructivos definidos en el Proyecto, el valor aislante del elemento podrá conseguirse con sus propios componentes, o por la adición de otros, que tendrán la función de completar el valor de aislamiento exigido.

Los aislantes tendrán que ser continuos y completos en todas las superficies que se compongan de techos, suelos y paredes. Independientemente del sistema constructivo, se evitará la creación de puentes térmicos o zonas de menor capacidad aislante, para que no modifiquen de una manera perjudicial los aislantes, dando lugar a zonas donde se puedan producir condensaciones.

La insonorización de locales tendrá por objeto crear un ambiente adecuado para cualquier manifestación humana, consiguiendo que los niveles sonoros, que imperen en los locales insonorizados, tengan unos valores máximos establecidos en cada caso.

Los materiales a emplear como aislantes en cualquier elemento constructivo que los requiera, habrán de estar avalados por Sellos o Marcas de Calidad. No se colocará ningún material aislante sin la aprobación de la Dirección Facultativa.

Artículo 3.9. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES

Los materiales a emplear como aislantes en cualquier elemento constructivo que los requiera, habrán de estar avalados por Sellos o Marcas de Calidad. No se colocará ningún material aislante sin la aprobación de la Dirección Facultativa.

Aislamiento contra la humedad.

En general, el aislamiento podrá conseguirse por procedimientos constructivos que evacúen el agua por gravedad fuera de la zona de peligro, por aditivos que se mezclen en las pastas aglomeradas confiriendo propiedades impermeables al material resultante, o por impermeabilizantes de superficie, que son impermeables por sí solos y se aplican superficialmente a otros que sirven como base del mismo.

Este capítulo se ciñe a éste último caso, puesto que los anteriores se incluyen en los capítulos de morteros y hormigones con aditivos.

Los impermeabilizantes especiales comprenden un conjunto de materiales, tales como láminas sintéticas, láminas asfálticas y pinturas, que eviten el paso de la humedad hasta los elementos constructivos que se emplean.

Se tendrá mucho cuidado en la formación de soldaduras de láminas de coronación, formación de desagües, etc. Las superficies sobre las que han de extenderse las láminas impermeabilizantes se limpiarán y prepararán adecuadamente para evitar elementos punzantes.

Cualquier producto impermeabilizante que se emplee contará con la aprobación de la Dirección Facultativa.

Artículo 3.10. CARPINTERÍA

Los tipos que se emplearán podrán ser de madera, metálicos y de plástico y cumplirán las especificaciones de la Normativa vigente.

Realizadas en el taller las piezas definidas en los planos, el Contratista habrá de prever en la obra todos los detalles para la recepción y el perfecto ajuste, teniendo mucho cuidado en el aplanado, alineación y cotas de los diversos cercos y contracercos, así como de la sujeción en la obra, atendiendo a la estanqueidad de las uniones con los paramentos de fachada (tapajuntas) y la perfecta colocación, así como el ajuste y funcionamiento de todos los elementos.

Artículo 3.11. PAVIMENTOS Y ALICATADOS

Pavimentos.

Se llaman soleras los pavimentos de hormigón en masa que se ejecutan sobre el terreno o sobre bases granuladas, pudiendo ser de un grueso variable en función del uso a que se destinen y de lo que se armen.

Cuando las soleras tengan una superficie superior a cincuenta metros cuadrados (50 m²), se realizarán juntas de dilatación con materiales elásticos y de la manera que indique la dirección facultativa.

Los pavimentos solados con materiales como terrazos, piezas cerámicas, losas de piedra natural o artificial, etc.; se realizarán sobre base perfectamente lisa y nivelada, con las hiladas y la distribución de piezas que indique la dirección de obra. Cuando se haya acabado, los pavimentos de terrazo se limpiarán y protegerán, a fin de evitar desperfectos, a pesar de que en las zonas que se haya colocado, sea aún preciso trabajar.

La colocación en la obra se ajustará a las Normas del fabricante y se sellarán las juntas con masillas especiales, garantizadas por un mínimo de diez (10) años.

Las persianas enrollables de plástico, madera o metal dispondrán de los mecanismos propios definidos en el Proyecto, instalados por personal especializado, siendo necesario para su recepción que el deslizamiento y accionamiento sea ejecutado con suavidad y sin ninguna dificultad.

Alicatados.

Los revestimientos se fijarán sobre los paramentos verticales, limpios de toda clase de materiales que pudieran producir desprendimientos de las piezas.

Las superficies serán lisas, sin alabeos ni deformaciones, y las juntas formarán líneas rectas en todos los sentidos, sin roturas ni desplomos.

Al hacer el reparto de las piezas, se comenzará siempre por los bordes, las juntas o el centro, a fin de que las paredes revestidas queden simétricas.

Los azulejos colocados con los materiales de agarre tradicionales se colocarán con mortero de cemento de riqueza media, en proporción de un tercio (1:3), escogiendo cementos que cuando fragüen no presenten aumentos sensibles de volúmenes, y después de haberlos mojado antes con agua. Su ejecución se realizará según lo especificado en la NTE-RPA.

Artículo 3.12. INSTALACIONES

Instalación eléctrica.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones para la distribución de energía eléctrica, cuyas características técnicas están especificadas en este Proyecto.



La presente instalación será ejecutada por empresa o instalador autorizado rigiéndose principalmente por lo especificado en:

- a) "Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía" de Camerún.
- b) Según los casos, reglamento sobre "Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión" del país.
- c) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión "Reglamento sobre Centrales Generadoras y Estaciones de Transformación"
- d) El contratista deberá poseer la documentación de montaje, que como mínimo será la siguiente:

- a) Plano de caseta de transformación con planta y secciones.
- b) Plano de distribución eléctrica en B.T. y esquema eléctrico.

Las obras de la instalación eléctrica a realizar descritas en el presente Proyecto y presupuestada en el capítulo correspondiente consisten en lo siguiente:

- A) Instalación de un centro de transformación en caseta prefabricada: suministro de materiales a pie de obra, excavación, "base", tomas de tierra, montaje de la caseta y pruebas de funcionamiento.
- B) Distribuciones enterradas de baja tensión: suministro de materiales a pie de obra, excavación y enterrado de los cables, fijación de los mismos a los elementos constructivos y conexiones.
- C) Redes interiores de Baja Tensión.

Fontanería.

La instalación de fontanería quedará definida por la red que conecte la general de abastecimiento del pozo de bombeo a los puntos de consumo. En los planos se especificará el esquema de la red de la instalación, la longitud de los tramos y su diámetro, materiales, llaves, etc.

Los tubos, de cualquier clase o tipo, serán perfectamente lisos, de sección circular y bien calibrados, con generatrices rectas o con la curva que les corresponde en los codos o piezas especiales. No se admitirán los que presenten ondulaciones o desigualdades mayores de cinco milímetros (5 mm), ni rugosidades de más de dos milímetros (2 mm) de grueso. En los diámetros interiores se admitirá una tolerancia del uno y medio por ciento (1,5 %) de menos, y del cuatro por ciento (4%) de más y, en el grueso de las paredes la tolerancia será de un diez por ciento (10%). No se permitirá en ningún caso soldar directamente.

Las tuberías serán verticales u horizontales y se fijarán con bridas a los soportes. Las bridas estarán perfectamente alineadas y colocadas, de manera que el tubo que se sujete quede en las condiciones de alineación requeridas. No se tolerará el empleo de suplemento en los agarres, y las tuercas deberán estar convenientemente apretadas.

CAPITULO 4.- MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

Artículo 4.1. CONDICIONES GENERALES

Precios Unitarios

El precio unitario, que aparece en letra en el Cuadro de Precios nº 1, será el que se aplicará a las mediciones para obtener el importe de ejecución material de cada unidad de obra.

Como complemento a lo prescrito en el art. 51 del PCAP, los precios unitarios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 incluyen siempre, excepto prescripción expresa en contra de un documento contractual, y aun cuando no figure en la descomposición de precios, los siguientes conceptos:

Suministro (incluso derechos de patente, canon de extracción, etc.), transporte, manipulación y utilización de todos los materiales usados en la ejecución de la correspondiente unidad de obra, los gastos de mano de obra, maquinaria, medios auxiliares, herramientas, instalaciones, etc., los gastos de todo tipo de operaciones normal o accidentalmente necesarias a fin de acabar la unidad correspondiente y los costes indirectos.

La descomposición de los precios unitarios que figura en el Cuadro de Precios nº 2 es de aplicación exclusiva en las unidades de obra incompletas. El contratista no podrá reclamar ninguna modificación de los precios en letra del Cuadro de Precios nº 1 para las unidades totalmente ejecutadas por errores u omisión en la descomposición que figura en el Cuadro de Precios nº 2. En el encabezamiento de los dos cuadros figura una advertencia al respecto.

La descripción de las operaciones y materiales necesarios para ejecutar cada unidad de obra que figura en los correspondientes artículos del presente Pliego no es exhaustiva sino enunciativa, para la mayor comprensión de los conceptos que comprenden la unidad de obra. Por ello, las operaciones o materiales no relacionados, pero necesarios para ejecutar la unidad, se considerarán incluidos en el precio unitario correspondiente.

Se habrán de ejecutar, sin ser motivo de sobreprecio del contrato, todos los materiales y operaciones necesarias para la correcta finalización de la unidad de obra o complementarias a la misma, aunque no figuren en los documentos contractuales, si se consideran necesarios a juicio del Director Facultativo.

Partidas alzadas: Las partidas que figuren como de "pago íntegro" en las Condiciones Técnicas Particulares, en los Cuadros de Precios o en los Presupuestos Parciales o Generales, se pagarán íntegramente al contratista una vez realizados los trabajos a los cuales correspondan.

Las partidas alzadas "a justificar" se pagarán de acuerdo con lo que estipula el art. 69 del AAA. Por lo que respecta a las partidas alzadas "a justificar" en concepto de desvío de líneas eléctricas, se abonarán según factura de las compañías distribuidoras afectadas.

Elementos prefabricados.

En los elementos estructurales prefabricados, como los pilares, jácenas, armaduras, etc., la medición se realizará por metros cúbicos (m³) de hormigón y Kilogramos de acero (Kg), incluyendo en los precios de ambas partidas todos los materiales y operaciones necesarias para su puesta en obra, así como la parte proporcional de operaciones necesarias para el montaje y acabado definitivo y todas las armaduras, instalaciones, carpintería para armar y equipos que estén integrados en su fabricación.

Divisiones interiores.

Las obras de fábrica cerámica o de hormigón, sean vistas o revestidas, se medirán ejecutados, incluyendo en el precio los transportes, morteros, parte proporcional de formas especiales,



detalles decorativos, coronación de paramentos (aunque sea de otros materiales), elementos de sujeción y piezas especiales necesarias para el acabado del elemento tal como se expresa en el Proyecto. También dentro de este precio se incluirán la limpieza y los tratamientos especiales que requiera el paramento recién acabado, pudiendo la dirección de obra ordenar el rejuntado de juntas una vez acabada la obra, entendiéndose estas operaciones incluidas en los precios unitarios si se observan defectos en las uniones.

A fin de asegurar la total impermeabilización de los paramentos exteriores de las obras de fábrica, la correcta terminación interior será abonada de acuerdo con las especificaciones del capítulo de revestimientos.

Las paredes y los tabiques de cualquier tipo se medirán por metros cuadrados (m²), incluyéndose todo en lo ya mencionado.

Cubiertas.

Todos los tipos de cubiertas se medirán por metros cuadrados (m²) ejecutados, incluyendo la totalidad de los materiales que se indiquen en los planos, así como los trabajos y elementos necesarios para la formación de juntas, caballetes, cumbreras y pendientes necesarias para su completo acabado, así como otros elementos necesarios.

Todos los materiales y operaciones que sean necesarios cumplirán estrictamente la normativa vigente.

Los canalones se medirán por unidades colocadas y totalmente acabadas, incluyendo en el precio todos los materiales, piezas y trabajos necesarios para la colocación y perfecta estanqueidad de manera que el elemento cumpla con la normativa vigente.

Artículo 4.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Limpieza del terreno.

La medición y pago de la limpieza del terreno se realizarán por metros cuadrados (m²) realmente desbrozados y preparados.

El precio incluye la carga y transporte de los materiales al vertedero y todas las operaciones citadas en el apartado precedente y definidas en el Cuadro de Precios nº 1.

Explanaciones, desmontes y vaciados.

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente excavados, medidos por la diferencia entre los perfiles antes y después de los trabajos.

No son abonables desprendimientos ni aumentos de volúmenes sobre las secciones que previamente se hayan fijado en este proyecto.

Una vez realizadas todas las operaciones de movimiento de tierras, se realizará el vaciado, a fin de conseguir el acabado geométrico de toda la explanación, desmonte, vaciado o relleno. Las operaciones de vaciado se considerarán incluidas en los precios de movimiento de tierras, por indicarse expresamente en el presente Pliego.

Rellenos y terraplenes.

Se medirán y abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados y compactados en su perfil definitivo, medidos por la diferencia entre los perfiles antes y después de los trabajos.

Cuando el material a utilizar provenga de las excavaciones, el precio del relleno incluirá la carga, compactación y transporte.

En caso de que el material provenga de préstamos, el precio correspondiente incluye la excavación, carga, transporte, tendido, compactación, nivelación y canon de préstamos correspondiente.



Cuando sea necesario obtener los materiales para formar los terraplenes de préstamos exteriores a la parcela, el precio del terraplén incluirá el canon de extracción, carga, transporte a cualquier distancia y el resto de operaciones necesarias para dejar totalmente acabada la unidad de terraplén.

Excavación de zanjas y pozos.

Las excavaciones se considerarán no clasificadas y se definirán en un solo precio para cualquier tipo de terreno. La excavación especial de taludes en roca y la excavación de roca se abonarán al precio único definido de excavación.

El precio correspondiente incluye el suministro, transporte, manipulación y uso de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución, la limpieza y desbrozado de toda la vegetación, la construcción de obras de desagües para evitar la entrada de aguas, la construcción de los apuntalamientos y apeos que se precisen, el transporte de los productos extraídos al lugar de uso, depósito o vertedero, las indemnizaciones que se precisen y el arreglo de las áreas afectadas.

Si por cualquier motivo fuera necesario ejecutar excavaciones de diferente altura o anchura que las definidas en el Proyecto, ello no será causa de nueva definición del precio.

Artículo 4.3. CIMENTACIONES

Aceros y mallas electrosoldadas.

Se abonará por los Kilogramos (Kg) que resulten de la especificación de los planos, que antes de comenzar la obra deberán ser presentados al director facultativo y aprobados por él, al precio correspondiente que figure en el Cuadro de Precios nº1. En dichos precios están comprendidos todas las operaciones y medios necesarios para realizar el doblado y puesta en obra, así como los solapes, ganchos, elementos de sustentación, pérdidas por sobrantes, atados, soldaduras, etc..

Hormigón.

Se abonará por los metros cúbicos (m³) que resulten de la especificación de los planos, que antes de comenzar la obra deberán ser presentados al director facultativo y aprobados por él, al precio correspondiente que figure en el Cuadro de Precios nº1. En dichos precios están comprendidos todas las operaciones y medios necesarios para realizar las operaciones de preparación y vertido en obra, así como el curado y vibrado del mismo.

Artículo 4.4. SANEAMIENTO

La red de saneamiento se medirá en metros lineales (ml) de conducto instalado, incluyendo en su coste la parte proporcional de elementos necesarios, especificados en el Proyecto o indicados por la Dirección Facultativa para su funcionamiento, así como piezas especiales, anclajes, montaje y ajuste de otros oficios.

Artículo 4.5. ESTRUCTURAS.

Estructuras de madera.

Las estructuras o elementos estructurales de madera se medirán por Kilogramo (Kg) de madera, incluyendo en el precio todos los elementos y operaciones de unión, montaje,



ensayos y protección necesarios para su completa ejecución, de acuerdo con el Proyecto y las indicaciones de la dirección facultativa.

Todas las operaciones de montaje se incluirán en el precio, así como la protección y pintura que sean necesarias, de acuerdo con la normativa vigente.

Elementos prefabricados.

En los elementos estructurales prefabricados, como los pilares, jácenas, armaduras, etc., la medición se realizará por metros cúbicos (m³) de hormigón y Kilogramos de acero (Kg), incluyendo en los precios de ambas partidas todos los materiales y operaciones necesarias para su puesta en obra, así como la parte proporcional de operaciones necesarias para el montaje y acabado definitivo y todas las armaduras, instalaciones, carpintería para armar y equipos que estén integrados en su fabricación. Las juntas se medirán por metros lineales (ml) colocados, estando incluidos en el precio todos los materiales y trabajos necesarios para su colocación.

Artículo 4.6. ALBAÑILERÍA

Divisiones interiores.

Las obras de fábrica cerámica o de hormigón, sean vistas o revestidas, se medirán ejecutados, incluyendo en el precio los transportes, morteros, parte proporcional de formas especiales, detalles decorativos, coronación de paramentos (aunque sea de otros materiales), elementos de sujeción y piezas especiales necesarias para el acabado del elemento tal como se expresa en el Proyecto.

También dentro de este precio se incluirán la limpieza y los tratamientos especiales que requiera el paramento recién acabado, pudiendo la dirección de obra ordenar el rejuntado de juntas una vez acabada la obra, entendiéndose estas operaciones incluidas en los precios unitarios si se observan defectos en las uniones.

A fin de asegurar la total impermeabilización de los paramentos exteriores de las obras de fábrica, la correcta terminación interior será abonada de acuerdo con las especificaciones del capítulo de revestimientos.

Las paredes y los tabiques de cualquier tipo se medirán por metros cuadrados (m²), incluyéndose todo en lo ya mencionado.

Las cajas de persianas enrollables, prefabricadas o realizadas "in situ", se medirán en metros lineales (ml), incluyendo los materiales y los trabajos necesarios para la ejecución o puesta en obra, entendiéndose incluidos en el precio todos los elementos y operaciones necesarias para cumplir la normativa, incluso el aislamiento térmico.

Cubiertas.

Todos los tipos de cubiertas se medirán por metros cuadrados (m²) ejecutados, incluyendo la totalidad de los materiales que se indiquen en los planos, así como los trabajos y elementos necesarios para la formación de juntas, caballetes, cumbreras y pendientes necesarias para su completo acabado, así como otros elementos necesarios.

Todos los materiales y operaciones que sean necesarios cumplirán estrictamente la normativa vigente.

Los canalones se medirán por unidades colocadas y totalmente acabadas, incluyendo en el precio todos los materiales, piezas y trabajos necesarios para la colocación y perfecta estanqueidad de manera que el elemento cumpla con la normativa vigente.

La medición y abono de caballetes se realizará por unidad (Ud) de caballete colocado en obra, incluyéndose en el precio todas las operaciones necesarias para el transporte, instalación de elementos de anclaje y soportes correspondientes, para la completa instalación.

Yesos y Escayolas.

Los techos de yeso o escayola se medirán y abonarán por metros cuadrados (m²) de superficie indicada en los planos y mediciones del Proyecto. Si hubiera diferencia entre las indicaciones de los planos y las mediciones, prevalecerá la que se indique en las mediciones.

En la valoración por metros cuadrados (m²) de superficie queda incluida la formación de aristas (verticales y horizontales) y de ángulos diedros.

Revocos y enlucidos.

Todos los revestimientos se medirán por metros cuadrados (m²) de superficie revestida, descontando de los huecos entre cuatro y ocho metros cuadrados (4 y 8 m²) la mitad de su superficie.

En el precio de abono se incluirán todos los materiales, trabajos propios de colocación y ajustes de otros oficios, piezas especiales, coronaciones, preparación de los paramentos, cortes, juntas, limpieza y todo lo necesario para ejecutar el revestimiento de acuerdo con las especificaciones del Proyecto y de la dirección de obra, así como todos los trabajos y materiales necesarios para la correcta ejecución de las obras y para conseguir el cumplimiento de las normativas correspondientes, aunque no se especifique exactamente en los planos.

Cualquier operación o material especial que sea necesario incorporar al revestimiento, así como los ajustes propios para realizarlo o para cumplir con la normativa

Artículo 4.7. AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES

La medición se hará por metros cuadrados (m²) de superficie aislada, incluyendo en el precio la parte proporcional de colocación, remates y piezas especiales necesarias para la perfecta ejecución del elemento totalmente terminado.

El aislamiento de conducciones se medirá por metros lineales (ml) de conducto protegido, todo incluido.

Artículo 4.8. CARPINTERÍA.

Todos los elementos del cerramiento, cualquiera que sea su tipo, incluidas las persianas enrollables, correderas o practicables, se medirán por unidades (Ud) con indicación de las medidas de los elementos colocados; con la inclusión en el precio de la parte proporcional de ajuste en su colocación, sellado de juntas, elementos de conexión a las fábricas, tapajuntas y los herrajes de cierre o cuelgue, del tipo definido en el Proyecto e indicado por la Dirección Facultativa.

Cualquier elemento de carpintería que presente algún defecto, tanto de material como de forma, así como los desperfectos ocasionados en la obra o en el transporte, serán devueltos sin derecho a ningún cargo por parte de la propiedad.

Todos los precios relativos al cerramiento incluirán todos aquellos trabajos o materiales que sean necesarios para su perfecto funcionamiento o que sean recogidos en la Normativa vigente, aunque no figure en los planos del Proyecto.

Artículo 4.9. PAVIMENTOS Y ALICATADOS

Pavimentos.

La medición de los pavimentos de cualquier tipo se realizará por metros cuadrados (m²) totales ejecutados. En la valoración de las soleras, se incluirá el precio de todos los trabajos necesarios para dejarlas totalmente acabadas, de acuerdo con las especificaciones del



Proyecto y de la Dirección, también se sumará al precio la parte proporcional de la preparación de la base, nivelación y acabados superficiales, armaduras, juntas y rodapiés.

En los pavimentos de losetas de piedra, terrazos, cerámica, etc., se incluirá el precio de todos los trabajos necesarios de colocación, pulido, desbastado, abrillantado, rejuntado y limpieza y la parte proporcional de rodapié, para acabarlo totalmente.

En el precio del metro cuadrado (m²) de pavimento se incluirán todos los materiales y operaciones que se necesiten para cumplir la Normativa más estricta del capítulo 5 del PPP, a pesar de que eventualmente no se encuentre recogida exactamente en los planos del Proyecto. En los pavimentos encolados se incluirá en el precio la parte proporcional de material de agarre, así como los trabajos y piezas necesarias para el buen acabado.

Alicatados.

Se medirá y pagará por metros cuadrados (m²), indicados en los planos y mediciones del Proyecto. Si hay diferencia entre los planos y las mediciones debido a la apreciación distinta de la formación de aristas (verticales y horizontales) y de ángulos diedros, se resolverán cogiendo los metros cuadrados del estado de mediciones.

Artículo 4.10. INSTALACIONES

Fontanería.

La partida de conexión a la red de suministro del edificio se contará como una partida alzada (P.A.), incluyendo en el precio tanto los trabajos de albañilería necesarios como las piezas de conexionado, todo incluido, incluso el contador o la batería de contadores. La batería de contadores se valorará como una unidad instalada con todos los accesorios.

Las conducciones de las instalaciones se valorarán por metros lineales (ml), independientemente del diámetro, diferenciado en el precio, únicamente, si son o no empotradas, incluyéndose la parte proporcional de llaves de paso, válvulas, reductores, expansionadores, ventosas, anclajes, piezas especiales y ajustes necesarios para su definitiva instalación, de acuerdo con las Normas de la Compañía Suministradora y con las indicaciones que se desprendan de los planos del Proyecto.

Los dispositivos, calentadores, grupos de presión, etc., se valorarán por unidades (Ud) de elementos completamente instalados, incluidos los oficios auxiliares necesarios.

Electricidad.

La toma de alta y media tensión se medirá por unidad (Ud) de toma aérea o subterránea, totalmente realizada, incluyéndose en el precio unitario todos los trabajos y materiales necesarios para el acabado y puesta en servicio, así como torres o postes completos, aislantes, excavaciones, apuntalamientos, rellenos, reposiciones de pavimentos, tramitaciones de licencias y autorizaciones.

La toma de baja tensión se medirá y pagará por unidad (Ud) de toma totalmente acabada, con las mismas características que en el caso de alta o media tensión antes mencionados.

La instalación de la estación transformadora se medirá por unidad (Ud) de instalación, incluida obra civil y elementos internos (exceptuando el transformador), totalmente acabada de acuerdo con la Normativa de la Compañía Suministradora.

La red de electrificación y de alumbrado de los locales se medirá por unidad (Ud) de instalación en los locales, con todos los equipos de maniobra y puntos de luz o de toma de corriente que se indiquen en el Proyecto, incluidos los cuadros de protección, las derivaciones individuales, así como los ajustes de otros oficios para su completo acabado y puesta en marcha.

La electrificación y alumbrado de las zonas comunes del edificio, aparcamiento, servicios anexos, etc. se medirán por unidad (Ud) de instalación totalmente acabada, todo incluido.

Cuando la calefacción de los locales sea de tipo eléctrico, requiriéndose por tanto, la realización en cada local de más circuitos, las mediciones se realizarán por unidad (Ud) de instalación totalmente acabada en los locales.

El circuito de puesta a tierra de protección se medirá por unidad (Ud) completa de instalación incluyendo en el precio todos los ajustes necesarios para la total terminación.

Artículo 4.11. VIDRIERÍA

Los diferentes tipos de vidrio que se definen en el proyecto se medirán por metros cuadrados (m²), incluyendo en el precio todos los trabajos, piezas y materiales necesarios para su colocación, según indicaciones de los Planos y de la Dirección Facultativa de Obra.

Artículo 4.12. PINTURAS Y REVESTIMIENTOS DECORATIVOS

La medición de las partidas de pintura será por metros cuadrados (m²) totalmente ejecutados, diferenciando el tipo de soportes que figuren en las mediciones, y los tipos de pinturas.

En el precio se incluirá la repercusión del coste de preparación, limpieza, imprimación de los paramentos, con productos adecuados a cada tipo de material, y repasos así como los andamios y elementos necesarios para poder ejecutar el trabajo.

CAPÍTULO 5.-DISPOSICIONES APLICABLES

Además de las disposiciones citadas explícitamente en los artículos del presente Pliego, serán de aplicación en el proyecto en el país Africano de Camerún las disposiciones Españolas siguientes:

- Decreto 159/1963 del Ministerio de la Vivienda, de 17-I-1963, referente a la Norma MV 101-1962 “Acciones en la edificación”.
- Decreto 3209/1974 del Ministerio de Planificación del Desarrollo, de 30-VIII- 1974, referente a la “Norma sismorresistente PDS-1, 1974 Parte A”.

ACÚSTICA.

- Real Decreto 1909/81 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, de 24 de julio de 1981, referente a la Norma NBE CA-81 de “Condiciones acústicas en los edificios”.
- Real Decreto 2115/82 del 12-VIII-1982, referente a la modificación de la norma NBE CA-81 sobre las “Condiciones acústicas en los edificios”.
- Orden de 29-IX-1988 por la que se aclaran y corrigen diversos aspectos de los anexos a la norma básica de la edificación NBE-CA-82 sobre acústicas en los edificios”.

CEMENTO.

- Real Decreto 776/1997 de 30-V-1997, referente al “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos RC-97”.
- Real Decreto 1313/1988 de 28 de octubre referente a la “Homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras”.

CUBIERTAS.

- Decreto 2752/1971 del Ministerio de la Vivienda, de 13-VIII-1971, referente a la Norma MV 301-1970 de “Impermeabilización de cubiertas con materiales.

ELECTRICIDAD.

- Decreto 3151/1968 del Ministerio de Industria, de 28-XI-1968, referente al “Reglamento de líneas aéreas de alta tensión”.
- Decreto 2431/1973 del Ministerio de Industria, de 20-IX-1973, referente al “Reglamento electrotécnico para Baja Tensión”.

ESTRUCTURAS DE ACERO.

- Real Decreto 1829/1995 del MOPTMA, de 10-XI-1995, referente a la Norma EA-95 sobre “Estructuras de acero en la edificación”.

ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.



- Real Decreto 805/1993 del MOPT de 28-V-1993, referente a la “Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón pretensado EP-93”.
- Real Decreto 1039/1998 del MF, de 28-VI-1998, referente a la “Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón estructural EHE-98”.

MEDIO AMBIENTE.

- Real Decreto Legislativo 1302/1986 del MOPU, de 28-VI-1986, “Evaluación de Impacto Ambiental”.
- Real Decreto 1131/1988, del MOPU, de 30-IX-1988, por el que se aprueba el “Reglamento para la ejecución”.

SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO.

- Orden del Ministerio de Trabajo del 20-V-1952, referente al “Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo en la industria de la construcción”.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre. “Prevención de riesgos laborales”.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. “Reglamento de los servicios de prevención”.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril. “Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo”.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo”.

El autor del proyecto.

Marcos Cerezo Leza

30/09/2015

PRESUPUESTO

INDICE:

PRESUPUESTO POR CAPÍTULO.....	3
RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	9

PRESUPUESTO POR CAPÍTULO

		Cantidad	Precio	Importe (€)
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
1.1	TRABAJO PRELIMINARES			
	m2 desbroce y limpieza superficial del terreno Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios manuales, retirando una capa de 10 cm de espesor aproximadamente, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	5,297.00	0.15	794.55 €
1.2	EXCAVACIONES			
	m3 excavación, por medios manuales Excavación, hasta 2 m. de profundidad, en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	18.00	0.32	5.76 €
1.3	RELLENOS			
	m3 relleno y extendido con tierras procedentes de la excavación, por medios manuales Excavación, hasta 2 m. de profundidad, en terrenos compactos, por medios manuales, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	12.00	1.46	17.52 €
				817.83 €
2	EDIFICACIONES			
2.1	EDIFICIO PRINCIPAL			
2.1.1	ESTRUCTURA DE MADERA			
	m ejecución de columnas de madera Madera de pino silvestre, con acabado cepillado para enviar 14x14 a 20x20 cm de sección y hasta 4 m de longitud, para aplicaciones estructurales, resistente C-18 clases según la norma EHE y protección frente a agentes bióticos que se corresponden a la clase de NP2 penetración (3 mm en las caras laterales de la albura) según norma, trabajado en el taller.	34.00	384.60	13,076.40 €
	m3 ejecución de vigas de madera Ejecución de vigas de madera de sección 20*30 cm	24.00	215.30	5,167.20 €
	kg Partes y apoyo a las estructuras de madera de metal Elementos de acero con protección Fe / Zn 12c frente a la corrosión para todas las estructuras de madera	43.00	3.84	165.12 €
	Ud pie de unión del pilar a la cimentación Acero bipolar pie NF EN 10025 S235JR, Z275 con la protección contra la corrosión de 12x56 mm en la zona para conectar con el post, 200x95 mm en la conexión inferior y 2,5 mm de espesor, para apoyar la formación altura fija de 200 mm. Ancla que consiste en una varilla roscada de acero galvanizado calidad 5.8, de acuerdo con DIN EN ISO 898-1 de 8 mm de diámetro y 150 mm de longitud, tuerca y la arandela, para fijaciones en estructuras de hormigón.	21.00	44.83	941.43 €
2.1.2	CUBIERTA			
	m2 cercha tradicional Cercha tradicional de 10 m de luz, 15% de pendiente, que consiste en piezas aserradas de madera de pino silvestre (Pinus sylvestris), clase C-18 resistente, conservantes de la madera con clase de penetración NP3; conexiones con la conexión metálica y de apoyo, elementos de acero; separación entre pórticos de hasta 5 m.	14.00	399.53	5,593.42 €
	m Correa de madera en cubierta Correa de madera aserrada de pino silvestre (Pinus sylvestris), en la sección 7x15 cm y hasta 5 m de longitud; clase resistente C-16, protección de la madera NP2 clase de penetración, trabajaba en el taller.	320.00	4.31	1,379.20 €
	m2 paneles de madera para la cubierta Paneles visibles de doble ranura de 800x150 mm y 25 mm de espesor, clavadas directamente a las correas de la cubierta.	320.00	23.29	7,452.80 €
	m2 cubierta inclinada de chapa de acero			

		Cantidad	Precio	Importe (€)
	Faldón de cubierta de acero galvanizado de 0,6 mm. de espesor, ejecutada por el sistema de cubre junta longitudinal, sobre cercha de madera, mediante engatillado simple, incluso patillas de anclaje lateral para junta de listón, patillas tipo de engatillado simple, comprendiendo replanteo, preparación de los bordes de las chapas, extendido de las mismas, cortes y desperdicios, plegado, montaje del cubrejuntas y engatillado, fijación de patillas sobre el soporte con clavos de cobre de cabeza ancha y limpieza. Según normas de diseño y colocación DB-HS. Medido en verdadera magnitud.	320.00	10.42	3,334.40 €
2.1.3	CERRAMIENTO			
	Ud de bloque prefabricado para cerramiento de edificios			
	Bloques prefabricados de hormigón en masa hechos a mano in situ de dimensiones 20x20x40	1,840.00	0.50	920.00 €
2.1.4	CIMENTACIÓN			
	m ² Solera de hormigón en masa de 15 cm. de espesor sin uso estructural			
	Formación de solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/16/ fabricado en obra y vertido manualmente, para servir de base a un solado, sin tratamiento de su superficie; apoyada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, extendido y vibrado del hormigón, formación de juntas de hormigonado y panel de poliestireno expandido de 2 cm de espesor para la ejecución de juntas de contorno, colocado alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera.	47.04	8.26	388.55 €
	m ³ Zapatas de cimentación de hormigón armado de 1,60 x 1,40 m			
	Formación de zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/32/IIa fabricado a pie de obra, y vertido desde carretillas, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 30kg/m ³ de dimensiones 1,60x1,40. Incluso p/p de separadores, y armaduras de espera del pilar.	14.18	121.94	1,728.50 €
	kg acero de armadura			
	Barras de acero corrugadas B 500 S para formación de zapatas simples dn8	20.90	1.35	28.22 €
2.1.5	VARIOS Y ACABADOS			
	m ² Revestimiento decorativo en fachadas.			
	Revestimiento decorativo en fachadas, con mortero industrial para enlucido en capa fina, de 5 mm de espesor, color blanco, acabado liso, para la realización de la capa de acabado en revestimientos continuos bicapa.	785.00	2.64	787.64 €
	m ² Pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, sobre paramentos.			
	Formación de capa de pintura plástica con texturizada, color blanco, acabado mate, sobre paramentos horizontales y verticales interiores de hormigón, mediante aplicación de una mano de fondo de emulsión acrílica acuosa como fijador de superficie y dos manos de acabado con pintura plástica en dispersión acuosa tipo II según UNE 48243 (rendimiento: 0,125 l/m ² cada mano). Incluso p/p de preparación del soporte mediante limpieza.	745.75	2.80	2,088.10 €
				43,050.97 €
2.2	MÓDULO DE HABITACIONES (X8)			
2.2.1	ESTRUCTURA DE MADERA			
	m ejecución de columnas de madera			
	Madera de pino silvestre, con acabado cepillado para enviar 14x14 a 20x20 cm de sección y hasta 4 m de longitud, para aplicaciones estructurales, resistente C-18 clases según la norma EHE y protección frente a agentes bióticos que se corresponden a la clase de NP2 penetración (3 mm en las caras laterales de la albura) según norma, trabajado en el taller.	25.20	384.60	9,691.92 €
	m ejecución de vigas de madera			
	Ejecución de vigas de madera de sección 20*30 cm	510.00	16.89	8,613.90 €

		Cantidad	Precio	Importe (€)
	kg Partes y apoyo a las estructuras de madera de metal Elementos de acero con protección Fe / Zn 12c frente a la corrosión para todas las estructuras de madera	46.00	3.84	176.64 €
	Ud pie de unión del pilar a la cimentación Acero bipolar pie NF EN 10025 S235JR, Z275 con la protección contra la corrosión de 121x56 mm en la zona para conectar con el post, 200x95 mm en la conexión inferior y 2,5 mm de espesor, para apoyar la formación altura fija de 200 mm. Ancla que consiste en una varilla roscada de acero galvanizado calidad 5.8, de acuerdo con DIN EN ISO 898-1 de 8 mm de diámetro y 150 mm de longitud, tuerca y la arandela, para fijaciones en estructuras de hormigón.	54.00	44.83	2,420.82 €
2.2.2	CUBIERTA			
	m Correa de madera en cubierta Correa de madera aserrada de pino silvestre (Pinus sylvestris), en la sección 7x15 cm y hasta 5 m de longitud; clase resistente C-16, protección de la madera NP2 clase de penetración, trabajaba en el taller.	330.00	4.31	1,422.30 €
	m2 paneles de madera para la cubierta Paneles visibles de doble ranura de 800x150 mm y 25 mm de espesor, clavadas directamente a las correas de la cubierta.	330.00	33.29	10,985.70 €
	m2 cubierta inclinada de chapa de acero Faldón de cubierta de acero galvanizado de 0,6 mm. de espesor, ejecutada por el sistema de cubre junta longitudinal, sobre cercha de madera, mediante engatillado simple, incluso patillas de anclaje lateral para junta de listón, patillas tipo de engatillado simple, comprendiendo replanteo, preparación de los bordes de las chapas, extendido de las mismas, cortes y desperdicios, plegado, montaje del cubrejuntas y engatillado, fijación de patillas sobre el soporte con clavos de cobre de cabeza ancha y limpieza. Según normas de diseño y colocación DB-HS. Medido en verdadera magnitud.	780.00	10.42	8,127.60 €
2.2.2	CERRAMIENTO			
	Ud de bloque prefabricado para cerramiento de edificios Bloques prefabricados de hormigón en masa hechos a mano in situ de dimensiones 20x20x40	648.00	0.50	324.00 €
2.2.3	CIMENTACIÓN			
	m² Solera de hormigón en masa de 15 cm. de espesor sin uso estructural Formación de solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HM-15/B/16/ fabricado en obra y vertido manualmente, para servir de base a un solado, sin tratamiento de su superficie; apoyada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, extendido y vibrado del hormigón, formación de juntas de hormigonado y panel de poliestireno expandido de 2 cm de espesor para la ejecución de juntas de contorno, colocado alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera.	54.00	8.26	446.04 €
	m³ Zapatas de cimentación de hormigón armado de 1,60 x 1,40 m Formación de zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/32/IIa fabricado a pie de obra, y vertido desde carretillas, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 30kg/m³ de dimensiones 1,60x1,40. Incluso p/p de separadores, y armaduras de espera del pilar.	54.00	121.94	6,584.76 €
	kg acero de armadura Barras de acero corrugadas B 500 S para formación de zapatas simples dn8	8.52	1.35	11.50 €
2.2.5	VARIOS Y ACABADOS			
	m² Revestimiento decorativo en fachadas. Revestimiento decorativo en fachadas, con mortero industrial para enlucido en capa fina, de 5 mm de espesor, color blanco, acabado liso, para la realización de la capa de acabado en revestimientos continuos bicapa.	785.00	2.64	2,072.40 €

	Cantidad	Precio	Importe (€)
m² Pintura plástica con textura lisa, color blanco, acabado mate, sobre paramentos. Formación de capa de pintura plástica con texturalisa,color blanco, acabadomate, sobre paramentos horizontales y verticales interiores de hormigón, mediante aplicación de una mano de fondo de emulsión acrílica acuosa como fijador de superficie y dos manos de acabado con pintura plástica en dispersión acuosa tipo II según UNE 48243 (rendimiento: 0,125 l/m² cada mano). Incluso p/p de preparación del soporte mediante limpieza.	745.75	2.80	2,088.10 €
			52965.68 €
			96,016.66 €
3 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO			
PA para la instalación de un pozo de bombeo Instalación de un pozo de bombeo y sistema de impulsión de agua hasta un depósito para su almacenamiento y posterior distribución.	1.00	8,000.00	10,000.00 €
m tubería de pvc tubería de pvc para transportar el agua desde el depósito a los puntos de consumo	350.00	0.32	112.00 €
			10,112.00 €
4 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
m² Módulo solar fotovoltaico Suministro e instalación de módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, para integración arquitectónica en fachada de edificio, potencia máxima (Wp) 230 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 29,8 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 7,72 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 8,25 A, tensión en circuito abierto (Voc) 36,9 V, eficiencia 13,7 %, 42 células, vidrio exterior templado de 5 mm de espesor, capa adhesiva doble de PVB, vidrio posterior templado de 5 mm de espesor, temperatura de trabajo -40°C hasta 80°C, coeficiente de transferencia de calor 4,5 W/m²K, reducción de ruido 15 dB, transmitancia térmica 25%, transparencia 32%, dimensiones 1600x1300x10 mm, altura máxima de instalación 80 m, resistencia a la carga del viento 287 kg/m², peso 52 kg, vidrio transparente, con caja de conexiones, montaje con ganchos. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Colocación y fijación del módulo. Conexionado con la red eléctrica.	124.10	339.23	42,098.44 €
Ud Regulador de carga fotovoltaico. Regulador de carga de tensión 12/24 V Bitensión, consumo de Carga de 10 mA de dimensiones 180x200x63 y peso del Regulador de carga 1.25 Kg.	4.00	338.44	1,353.76 €
Ud Batería para sistema de energía solar fotovoltaica. Batería para sistema de energía solar fotovoltaica de tensión nominal: 12V capacidad C100: 250 Ah y peso neto: 65 Kg	12.00	120.50	1446.00 €
Ud Inversor senoidal GMS 4000 W. Inversor senoidal GMS 4000 W.	1.00	1285.20	1285.20 €
m Cable unipolar de 95 mm² Cable unipolar RV-K, no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 95 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	5.00	12.09	60.45 €
m Suministro e instalación de canalización enterrada de tubo curvable de 32 mm Suministro e instalación de canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 32 mm de diámetro nominal, resistencia a la compresión 450 N, colocado sobre cama o lecho de arena de 5 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Totalmente montada. Incluye: Replanteo. Ejecución del lecho de arena para asiento del tubo. Colocación del tubo. Ejecución del relleno envolvente de arena.	4.00	2.64	10.56 €
			46,254.41 €

		Cantidad	Precio	Importe (€)
5	INSTALACIÓN SANITARIA			
	PA Partida alzada para mobiliario y sanitarios			
		1.00	3,000.00	3,000.00 €
				3,000.00 €
6	INTEGRACIÓN AMBIENTAL			
	PA Partida alzada para plantación de cultivos, árboles y preparación de áreas de juego			
		1.00	800.00	800.00 €
	m Malla de simple torsión para vallado de parcela.			
	Cerramiento de parcela formado por malla de simple torsión, de 10 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado y montantes de postes de acero galvanizado, de 48 mm de diámetro y 2 m de altura.	410.00	8.23	3,374.30 €
				4,174.30 €
7	SEGURIDAD Y SALUD			
	PA Seguridad y Salud			
	Presupuesto destinado a ejecución de labores, materiales y demás elementos necesarios para garantizar la seguridad laboral durante las obras.	1.00	4,600.00	4,600.00 €
				4,600.00 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS	817.83 €	0.50%
02	EDIFICACIONES	96,016.66 €	58.20%
02.01	EDIFICIO PRINCIPAL	43,050.97 €	
02.02	MÓDULO DE HABITACIONES (X8)	52,965.68 €	
03	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	10,112.00 €	6.13%
04	INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	46,254.41 €	28.04%
05	INSTALACIÓN SANITARIA	3,000.00 €	1.82%
06	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	4,174.30 €	2.53%
07	SEGURIDAD Y SALUD	4,600.00 €	2.79%
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		164,975.20 €	

No se ha tenido en cuenta el IVA, los gastos generales ni el beneficio industrial por no tratarse de un proyecto localizado en España.

Asciende el presupuesto a la cantidad expresada de ciento sesenta y cuatro mil novecientos setenta y cinco con veinte céntimos. (164,975.20 €).

Santander, a 30 de septiembre de 2015.

El autor del proyecto:

Marcos Cerezo Leza.

