



Parques Nacionales Naturales (PNN) KATIOS

Informe de Diseño Estructural

**Medellín, Colombia
Octubre 2024**

ESTADO DE REVISIÓN

Título del Documento	Diseño Estructural Katios		
Número revisión	0	1	2
Elaboración	Ing. Juan David Rodríguez Villa M.P. 05202-436780 Ant. Látice Ingeniería	Ing. Juan David Rodríguez Villa M.P. 05202-436780 Ant. Látice Ingeniería	Ing. Juan David Rodríguez Villa M.P. 05202-436780 Ant. Látice Ingeniería
Revisión	Ing. Mario Madrid Wolff M.P. 05202-270861 Ant. Látice Ingeniería Ing. Fabian Echeverri M.P. 05202- 29433	Ing. Mario Madrid Wolff M.P. 05202-270861 Ant. Látice Ingeniería Ing. Fabian Echeverri M.P. 05202- 29433	Ing. Mario Madrid Wolff M.P. 05202-270861 Ant. Látice Ingeniería Ing. Fabian Echeverri M.P. 05202- 29433
Fecha del Documento	25/06/2024	30/07/2024	09/08/2024
Descripción	ORIGINAL	ACTUALIZACIÒN	ACTUALIZACIÒN

Número revisión	3	4	5
Elaboración	Ing. Juan David Rodríguez Villa M.P. 05202-436780 Ant. Látice Ingeniería	Ing. Juan David Rodríguez Villa M.P. 05202-436780 Ant. Látice Ingeniería	
Revisión	Ing. Mario Madrid Wolff M.P. 05202-270861 Ant. Látice Ingeniería Ing. Fabian Echeverri M.P. 05202- 29433	Ing. Mario Madrid Wolff M.P. 05202-270861 Ant. Látice Ingeniería Ing. Fabian Echeverri M.P. 05202- 29433	
Fecha del Documento	20/08/2024	07/10/2024	
Descripción	ACTUALIZACIÒN	ACTUALIZACIÒN	

CONTENIDO

1. OBJETIVO	7
2. ALCANCE	7
3. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL	7
3.1 Criterios de diseño.....	7
3.1.1 Información de referencia	7
3.2 Software básico.....	8
3.3 Especificaciones de los materiales	8
3.3.1 Grupo de Madera	8
3.3.2 Protección contra el fuego.....	9
3.3.3 Concretos	9
3.3.4 Acero de refuerzo	10
3.4 Descripción general de la estructura	10
3.1 Categorización de la estructura.....	11
3.2 Evaluación de irregularidades.....	12
3.3 Evaluación de cargas.....	12
3.3.1 Carga muerta (DEAD).....	12
3.3.2 Carga muerta sobre impuesta (SD)	13
3.3.3 Carga viva en cubierta (Lr)	14
3.3.4 Carga viva (LIVE).....	15
3.3.5 Fuerza de viento	16
3.3.6 Fuerza Sísmica	19
3.4 Evaluación de las masas.....	20
3.5 Combinaciones de carga.....	20
4. DISEÑO DE ESTRUCTURAL CABAÑA EN T (HABITACIONES).....	21
4.1 Modelo estructural.....	21
4.1 Secciones.....	22

4.1	Análisis sísmico.....	22
4.2	Desplazamientos	23
4.1	Fuerzas internas	24
4.1.1	Fuerza axial	24
4.1.2	Fuerza cortante	25
4.1.3	Momento	25
4.2	Diseño de elementos.....	26
4.2.1	Demanda/Capacidad.....	26
4.2.2	Consideraciones de arriostramiento	27
4.2.3	Chequeo de elementos.....	27
4.2.3.1	Columnas.....	27
4.2.3.2	Vigas de entrepiso.....	28
4.2.3.3	Cordón superior e inferior de cerchas	29
4.2.3.4	Diagonales de cercha	31
4.2.3.5	Alfardas	32
4.3	Chequeo de deflexiones	33
5.	DISEÑO DE ESTRUCTURAL DE SALONES DE ESPARCIMIENTO	34
5.1	Modelo estructural	34
5.2	Secciones.....	34
5.3	Análisis sísmico.....	35
5.4	Desplazamientos	35
5.5	Fuerzas internas	36
5.5.1	Fuerza axial	37
5.5.2	Fuerza cortante	37
5.5.3	Momento	38
5.6	Diseño de elementos.....	38

5.6.1 Demanda/Capacidad.....	38
5.6.2 Consideraciones de arriostramiento	39
5.6.3 Chequeo de elementos.....	40
5.6.3.1 Columnas.....	40
5.6.3.2 Vigas de entepiso.....	41
5.6.3.3 Cordón superior e inferior de cerchas	42
5.6.3.4 Diagonales de cercha	43
5.6.3.5 Alfardas	44
5.1 Chequeo de deflexiones	45
6. DISEÑO DE CIMENTACIONES (ZAPATAS)	45
7. DISEÑO DE CASETAS (CUARTO UTIL, LAVANDERIA)	54
7.1 Modelo estructural	54
7.2 Secciones.....	54
7.3 Análisis sísmico.....	54
7.4 Desplazamientos	55
7.5 Fuerzas internas	56
7.5.1 Fuerza axial	56
7.5.2 Fuerza cortante	57
7.5.3 Momento	57
7.6 Diseño de elementos.....	58
7.6.1 Demanda/Capacidad.....	58
7.6.2 Consideraciones de arriostramiento	58
7.6.3 Chequeo de elementos.....	59
7.6.3.1 Columnas.....	59
7.6.3.2 Cordón superior e inferior de cerchas	60
7.6.3.3 Diagonales de cercha	61

7.6.3.4	Alfardas	62
7.7	Chequeo de deflexiones	63
8.	DISEÑO DE CONEXIONES GENERALES DE ESTRUCTURAS PRINCIPALES	64
8.1	Viga longitudinal de piso.....	64
8.2	Viguetas de entrepiso.....	67
8.3	Cordón superior e inferior de cercha a columna	67
8.4	Diagonales a Cordón superior e inferior.....	67
8.1	Alfardas a caballete	69
9.	DISEÑO DE CORREDORES	70
9.1	Cargas	70
9.2	Secciones.....	71
9.3	Análisis sísmico.....	72
9.4	Desplazamientos	72
9.5	Fuerzas internas	74
9.5.1	Fuerza axial	74
9.5.2	Fuerza cortante	74
9.5.3	Momento	75
9.6	Diseño de elementos.....	75
9.6.1	Demanda/Capacidad.....	75
9.6.2	Consideraciones de arriostramiento	76
9.6.3	Chequeo de elementos.....	76
9.6.3.1	Columnas.....	76
9.6.3.2	Vigas principales (transversal y longitudinal)	78
9.6.3.3	Viguetas.....	80
10.	DISEÑO DE ESCALERAS DE INGRESO A CORREDOR	81
10.1	Cargas	81

10.2 Fuerzas internas	82
10.2.1 Fuerza axial	82
10.2.2 Fuerza cortante	82
10.2.3 Momento	83
10.3 Diseño de elementos	83
10.3.1 Demanda/Capacidad	83

1. OBJETIVO

El objeto de este documento es describir el Análisis y Diseño de la estructura en madera del proyecto Katíos Sautatá, el cual hace parte del grupo de Parques Nacionales Naturales, se encuentra ubicado en el Municipio de Riosucio, departamento del Chocó.

2. ALCANCE

Este documento contiene las especificaciones generales de diseño y construcción que junto con los planos estructurales hacen parte de los documentos de diseño del proyecto. Su contenido se fundamenta en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo resistente (NSR-10), documento sobre el cual deben basarse todos los procedimientos de diseño, construcción y control de calidad del proyecto.

3. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

3.1 Criterios de diseño

3.1.1 Información de referencia

El diseño estructural se realizó aplicando las especificaciones de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10) en especial su título G de **Estructuras de Madera y Estructuras de Guadua**, y todos los documentos y/o estudios internos de referencia son citados al final de este documento.

3.3.2 Protección contra el fuego

Para la protección contra el fuego se solicita al constructor y residentes de la edificación tener presentes las recomendaciones del título G.11.4.7 — PROTECCIÓN CONTRA EL FUEGO, las cuales se citan a continuación, **la recomendación (d) ya fue contemplada desde el diseño estructural:**

- (a) No deben utilizarse elementos de calefacción que aumenten peligrosamente la temperatura de los ambientes.
- (b) Las paredes próximas a fuentes de calor deben aislarse con materiales incombustibles.
- (c) Las edificaciones adyacentes construidas con madera deben separarse como mínimo 1.20 m entre sus partes salientes. Si la distancia es menor, los muros no deben tener aberturas y su superficie estará recubierta de materiales incombustibles con una resistencia mínima de 1 hora de exposición. Si están unidas, el paramento común debe separarse con un muro cortafuego de material incombustible. Este muro debe sobresalir en la parte superior por lo menos 0.50 m y en los extremos por lo menos un metro medidos a partir de los sitios que más sobresalgan de las construcciones colindantes. La estabilidad de este muro no debe sufrir con el colapso de la construcción incendiada.
- (d) Las piezas estructurales básicas deben sobredimensionarse 3 mm en su espesor, en la cara más expuesta.
- (e) Deben evitarse acabados que aceleren el desarrollo del fuego, tales como lacas y barnices oleosolubles.
- (f) En el diseño de las instalaciones eléctricas debe tenerse en cuenta, además de las recomendaciones de G.11.4.9, un claro y fácil acceso a los tableros de cortacircuitos y de control.
- (g) En edificaciones de uso comunitario: escuelas, centros de salud, oficinas, locales y centros comerciales, etc., por su tamaño y dada la gran velocidad de propagación del fuego en las edificaciones de madera, se deben considerar las siguientes recomendaciones:
 - (1) Acceso rápido y señalizado a las fuentes más probables de incendio.
 - (2) Distribución de extinguidores según las recomendaciones de expertos en combatir incendios.
 - (3) Salidas de escape suficientes, de fácil acceso y claramente señalizadas.
 - (4) En las edificaciones de varios pisos deben proveerse escaleras exteriores de escape.
 - (5) Sistemas automáticos de detección, ya sea por humo o calor.
- (h) Los depósitos para el combustible de estufas y calentadores deben localizarse fuera de las edificaciones y deben rodearse de materiales incombustibles o retardadores del fuego.

3.3.3 Concretos

- Resistencia a la compresión: $f'_c = 24,5 \text{ MPa} \rightarrow \text{Columnas, vigas, losas y zapatas}$
 $f'_m = 10.50 \text{ MPa} \rightarrow \text{Para mampostería}$
 $f'_{cr} = 15 \text{ MPa} \rightarrow \text{Para el mortero de relleno}$
 $f'_{cp} = 12.5 \text{ MPa} \rightarrow \text{Para el mortero de pega}$
- Peso volumétrico concreto: 24 kN/m^3
- Módulos de elasticidad: $3900\sqrt{f'_c}$

3.3.4 Acero de refuerzo

- **Barras:** todos los materiales especificados en este numeral deben cumplir la NTC 2289 y el capítulo C.3.5 de la NSR-10.

$$F_y = 420 \text{ MPa} = 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$E_s = 200000 \text{ MPa (NSR - 10 C.8.5.5)}$$

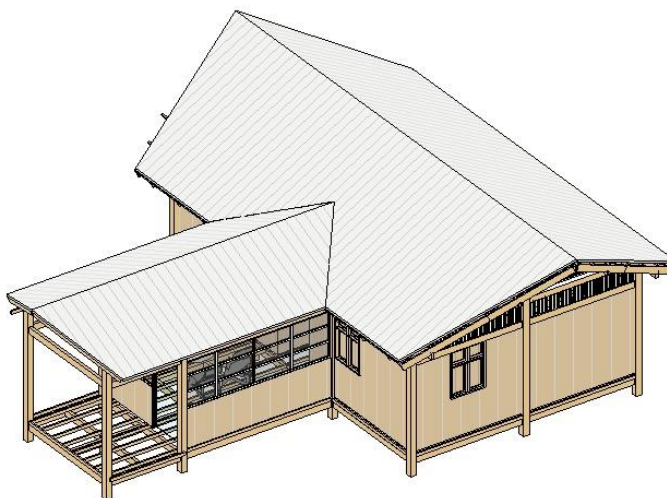
- **Mallas:** todos los materiales especificados en este numeral deben cumplir la NTC 2310 y el capítulo C.3.5 de la NSR-10.

$$F_y = 490 \text{ MPa} = 4900 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

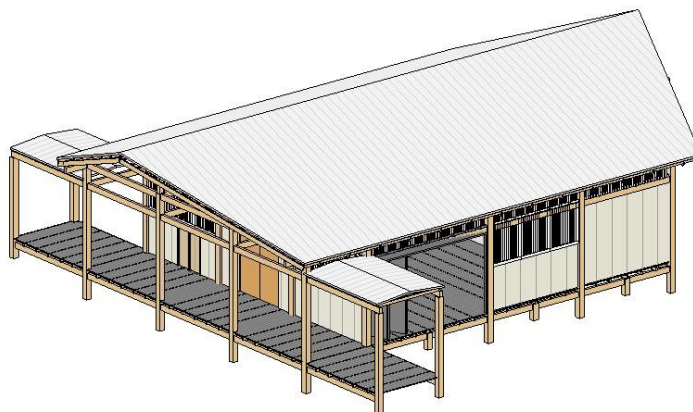
3.4 Descripción general de la estructura

El proyecto se encuentra compuesto por 3 tipologías de estructuras:

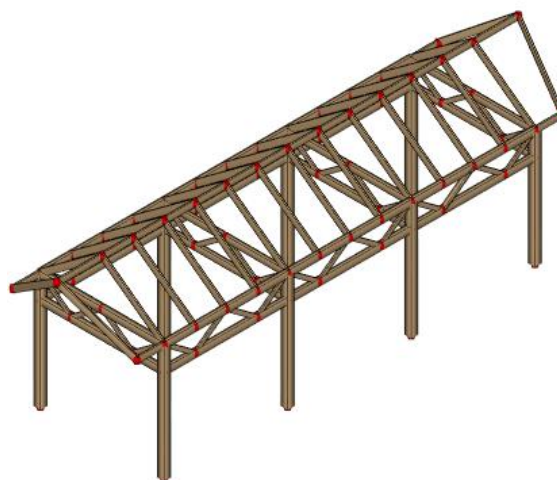
- **Cabañas de habitaciones:** Estructura con una forma en T compuesta por 4 ejes en su sentido transversal principal y 5 ejes en su sentido longitudinal.



- **Salones de esparcimiento y trabajo:** Estructura rectangular compuesta por 5 ejes en su sentido transversal principal y 4 ejes en su sentido longitudinal.



- **Casetas de cuarto útil y lavandería:** Estructura rectangular compuesta por 2 ejes en su sentido transversal principal y 4 ejes en su sentido longitudinal.



3.1 Categorización de la estructura

Se establece un sistema estructural combinado de acuerdo con A.3.2.1.2 (a) donde las cargas verticales son resistidas por un pórtico no resistente a momentos, esencialmente completo, las fuerzas horizontales son resistidas por pórticos con diagonales.

A.3.2 — SISTEMAS ESTRUCTURALES

A.3.2.1 — TIPOS DE SISTEMAS ESTRUCTURALES — Se reconocen cuatro tipos generales de sistemas estructurales de resistencia sísmica, los cuales se definen en esta sección. Cada uno de ellos se subdivide según los tipos de elementos verticales utilizados para resistir las fuerzas sísmicas y el grado de capacidad de disipación de energía del material estructural empleado. Los sistemas estructurales de resistencia sísmica que reconoce este Reglamento son los siguientes:

A.3.2.1.1 — Sistema de muros de carga — Es un sistema estructural que no dispone de un pórtico esencialmente completo y en el cual las cargas verticales son resistidas por los muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales. Véase la tabla A.3-1.

A.3.2.1.2 — Sistema combinado — Es un sistema estructural, (véase la tabla A.3-2), en el cual:

- (a) Las cargas verticales son resistidas por un pórtico no resistente a momentos, esencialmente completo, y las fuerzas horizontales son resistidas por muros estructurales o pórticos con diagonales, o
- (b) Las cargas verticales y horizontales son resistidas por un pórtico resistente a momentos, esencialmente completo, combinado con muros estructurales o pórticos con diagonales, y que no cumple los requisitos de un sistema dual.

Se identifica la estructura como Pórticos de madera con diagonales con base en A.3-1. Lo que permitiría trabajar con un $R_0=2.0$; no obstante, se trabaja con un $R=1$ por el uso de uniones pernadas que no genera disipación de energía.

3. Pórticos con diagonales (las diagonales llevan fuerza vertical)									
a. Pórticos de acero estructural con diagonales concéntricas (DES)	el mismo	5.0	2.5	si	24 m	si	30 m	si	Sin límite
b. Pórticos con diagonales de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)	el mismo	3.5	2.5	no se permite		si	30 m	si	30 m
c. Pórticos de madera con diagonales	el mismo	2.0	2.5	si	12 m	si	15 m	si	18 m

3.2 Evaluación de irregularidades

Los coeficientes de afectación al R_0 no son considerados, ya que como se mencionó anteriormente se establece un $R=1$ como criterio estructural al considerar las uniones presentes en la estructura, las cuales que no disipan energía.

3.3 Evaluación de cargas

Las cargas y las combinaciones de carga se tomaron de acuerdo con el Título B de la NSR-10, las diferentes acciones usadas en el diseño se resumen a continuación.

3.3.1 Carga muerta (DEAD)

La carga muerta representa el peso propio de la estructura más los elementos no estructurales que se encuentran en ella. El peso propio de la estructura se calcula automáticamente en el programa usando las dimensiones definidas y el material de los elementos (Madera con una densidad entre 430 kg/cm^3 y 550 kg/cm^3).

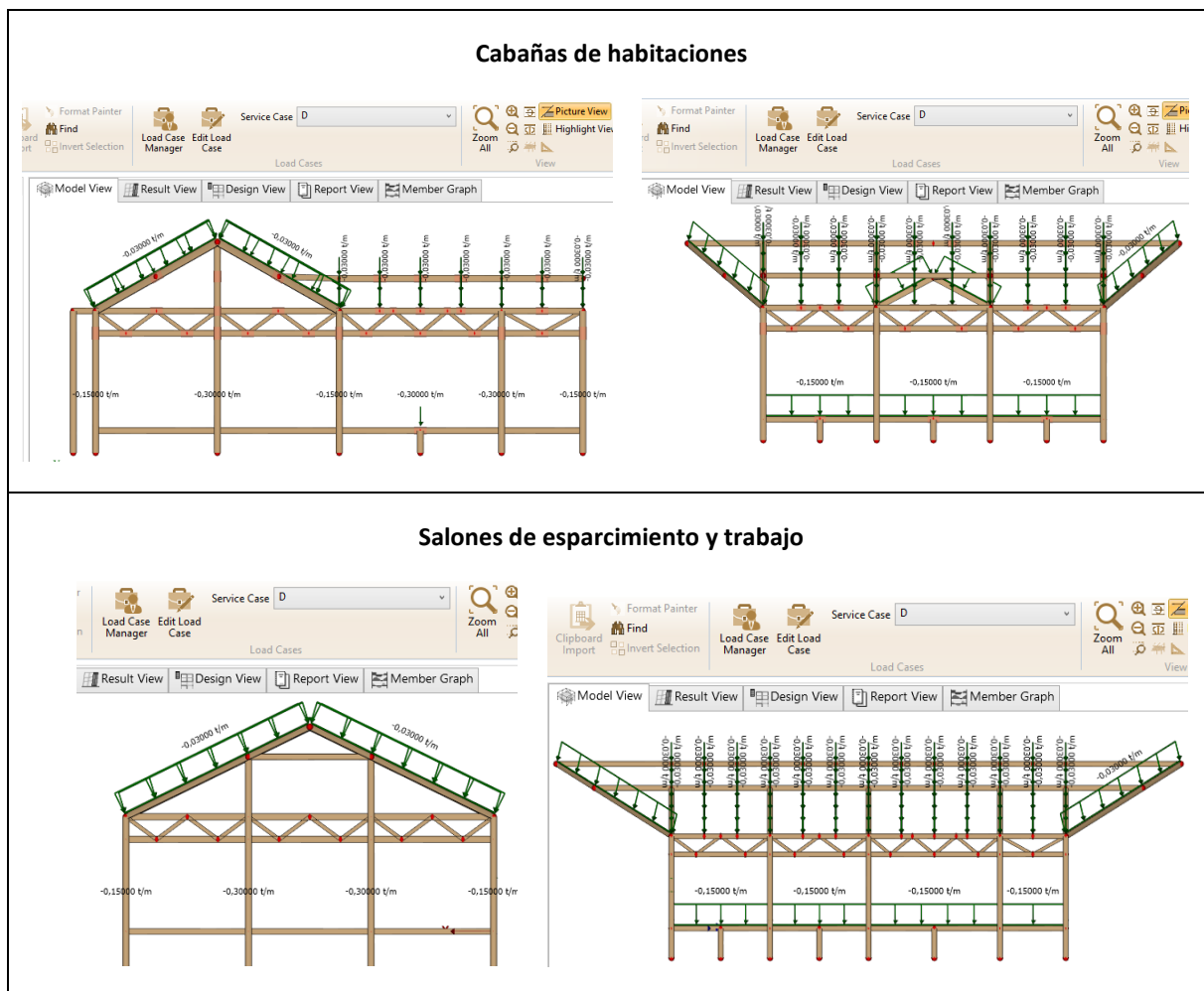
3.3.2 Carga muerta sobre impuesta (SD)

Se consideran también los elementos de particiones y afinado de piso con base en la información presentada del modelo arquitectónico y en la tabla B.3.4.3-1 del título B de la NSR 10, determinando de esta manera los siguientes valores:

Tabla -1. Calculo de carga sobre impuesta.

CARGA EN CUBIERTA		
Alto correas	0,04	M
Ancho correas	0,04	M
Densidad de la madera	550	Kg/m3
Peso por m de correa	0,0056	Kg/m
Ancho aferente promedio	1,0	M
Cantidad de correas	4,00	Und
Lonitud de cuerda superior en cubierta	4,35	M
Carga distribuida en cubierta por correas	0,015	Kg/m
Peso de teja Standing seam	15	kg/m2
Ancho aferente promedio	1,0	M
Instalaciones livianas o similares	15	kg/m2
Carga sobre impuesta total en cubierta	30,0	Kg/m
CARGA EN PISO		
Alto viguetas	0,14	M
Ancho viguetas	0,04	M
Cantidad de viguetas	6	Und
Densidad de la madera	550	Kg/m3
Ancho aferente promedio de viga	3,0	M
Longitud de viga	3,0	M
Carga distribuida en viga por viguetas	18,48	Kg/m
Carga por particiones	70	kg/m2
Ancho aferente promedio de viga	3,0	M
Carga distribuida por particiones	210	Kg/m
espesor de tablero	0,04	M
Densidad de la madera	550	Kg/m3
Peso de tablero	22	Kg/m2
Ancho aferente promedio de viga	3,0	M
Carga distribuida en viga por viguetas	66	Kg/m
Carga sobre impuesta total entrepiso	294,48	Kg/m

Se presenta a continuación uno de los pórticos de la estructura para mayor claridad de las cargas impuestas al modelo.

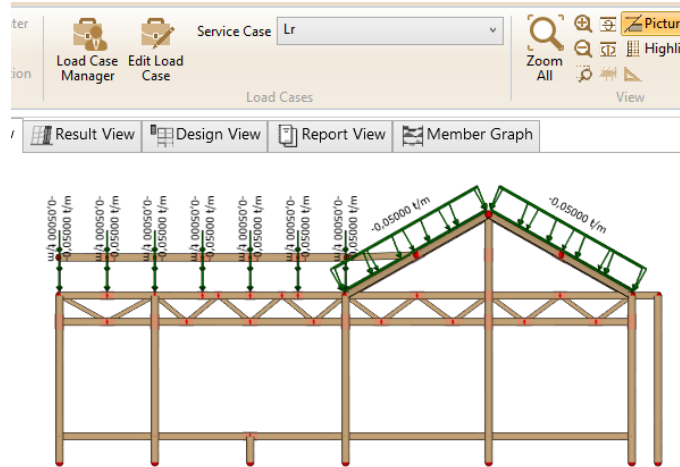


3.3.3 Carga viva en cubierta (Lr)

Con base en el uso de la estructura, se utiliza la tabla Tabla B.4.2.1-1 del título B de la NSR 10, para establecer el valor de carga viva en el nivel de piso y cubierta.

CARGA EN CUBIERTA		
Carga viva en cubierta	50,00	kg/m ²
Ancho aferente alfardas	1,00	m
Carga distribuida en cercha por carga viva	50,0	Kg/m

Cabañas de habitaciones



Salones de esparcimiento y trabajo

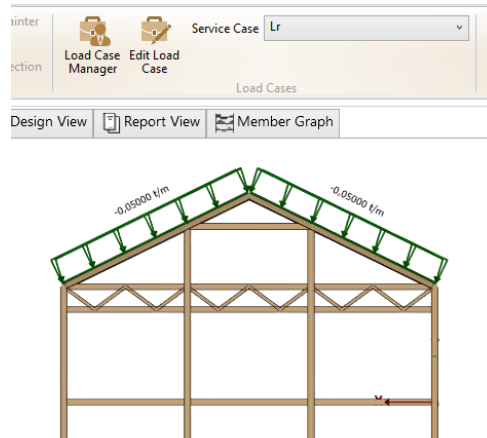
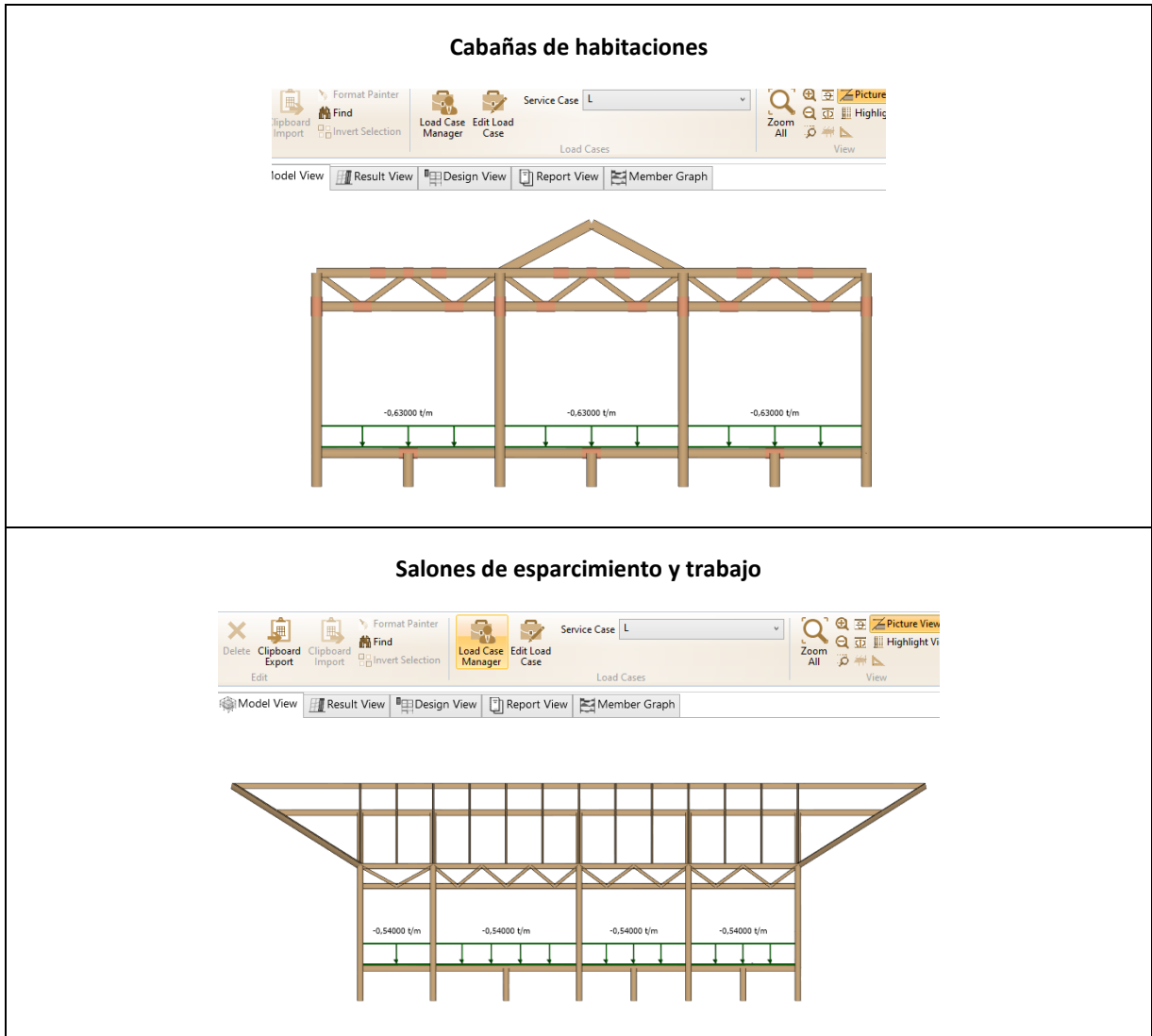


Figura 3-1. Carga viva en cubierta [ton/m].

3.3.4 Carga viva (LIVE)

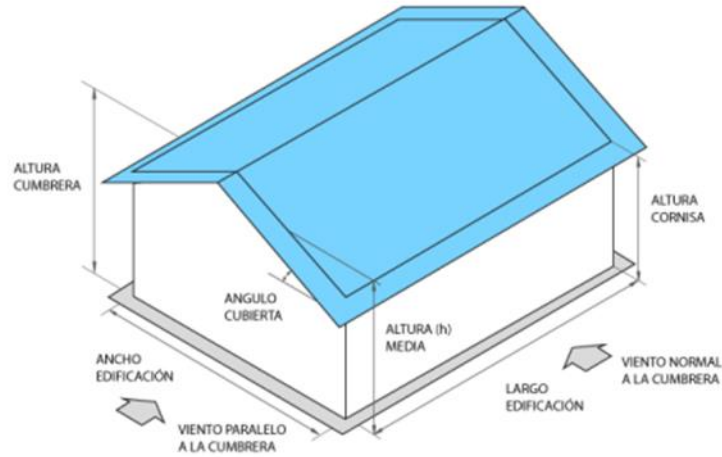
CARGA EN PISO		
Carga viva en piso	180,00	kg/m ²
Ancho aferente viga	3,00	m
Carga distribuida en viga por carga viva	540,00	Kg/m



3.3.5 Fuerza de viento

Para establecer la fuerza de viento que actúa en el sistema se utiliza el software Arquimet.

ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA



PROPIEDADES DE LA ESTRUCTURA

Altura de la cornisa (m)	8.80
Altura de la cumbrera (m)	10.20
Ancho de la edificación (m)	5.16
Largo de la edificación (m)	25.00
Tipo de cubierta	Dos aguas
Relación de amortiguamiento	0.0500
Coefficiente de periodo	0.0720
Exponente de periodo	0.8000

PARAMETROS DE DISEÑO

Velocidad (m/s)	46.00
-----------------	-------

Dirección del viento	Normal a la cumbrera
Tipo de edificación	Parcialmente cerrada
Exposición	B
Ocupación	I
Región propensa a huracanes?	NO
Factor topográfico	1.0000

Las presiones de viento de diseño para el Sistema Principal de Resistencia de Fuerzas de Viento de edificios cerrados y parcialmente cerrados de cualquier altura se determinan mediante la ecuación:

$$P_{net} = qGC_p - q_h(GC_{pi}) \quad \text{(NSR - 10 B.6.5 - 15)}$$

$$\quad \quad \quad \text{(NSR - 10 B.6.5 - 17)}$$

donde:

q: Presión por velocidad a la altura z por encima del terreno para paredes a barlovento o presión por velocidad a la altura media de la cubierta para paredes a sotavento, paredes de laterales y cubiertas.

$$q = 0.613K_zK_{zt}K_dV^2I \quad \text{(NSR - 10 B.6.5 - 13)}$$

donde:

K_z: Coeficiente de exposición de presión por velocidad tomado de la tabla B.6.5-3 del NSR-10

K_{zt}: Factor topográfico

K_d: Factor de dirección tomado de la tabla B.6.5-4 del NSR-10

V: Velocidad básica del viento

I: Factor de importancia tomado de la tabla B.6.5-1 del NSR-10

G: Factor de efecto de ráfaga. Tomado como 0.85 para una frecuencia natural del edificio mayor a 1.0

C_p: Coeficiente de presión externa tomado de la figura B.6.5-8A del NSR-10

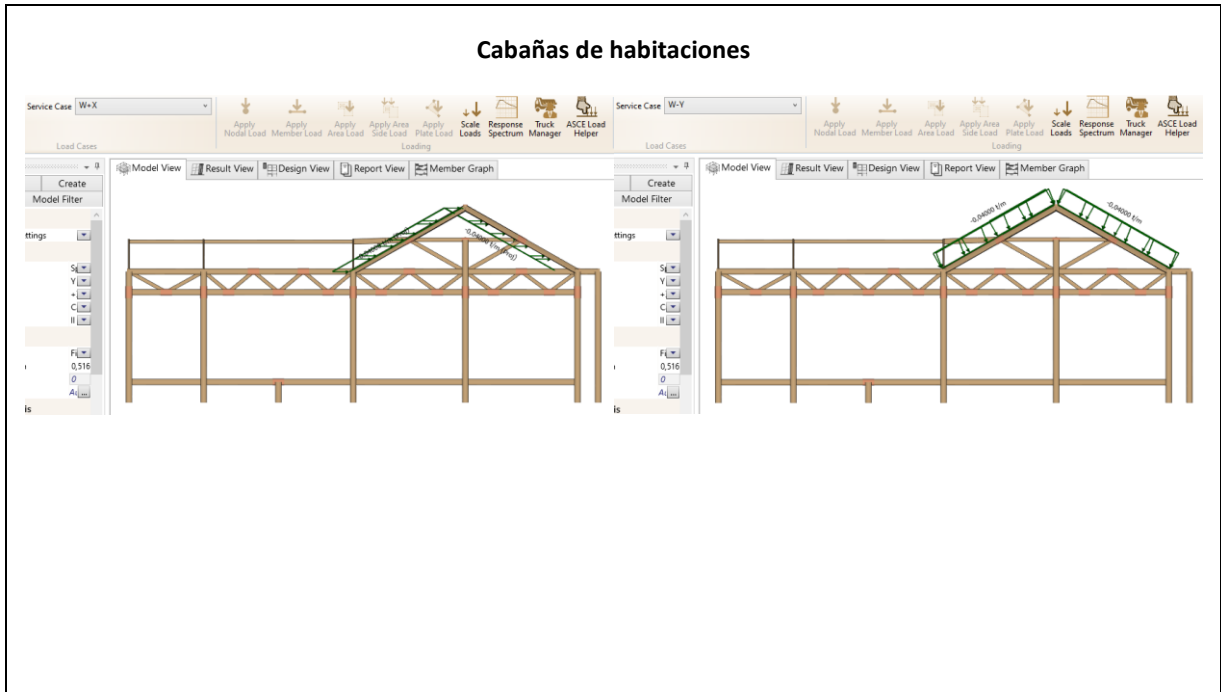
q_h: Presión por velocidad a la altura media de la cubierta

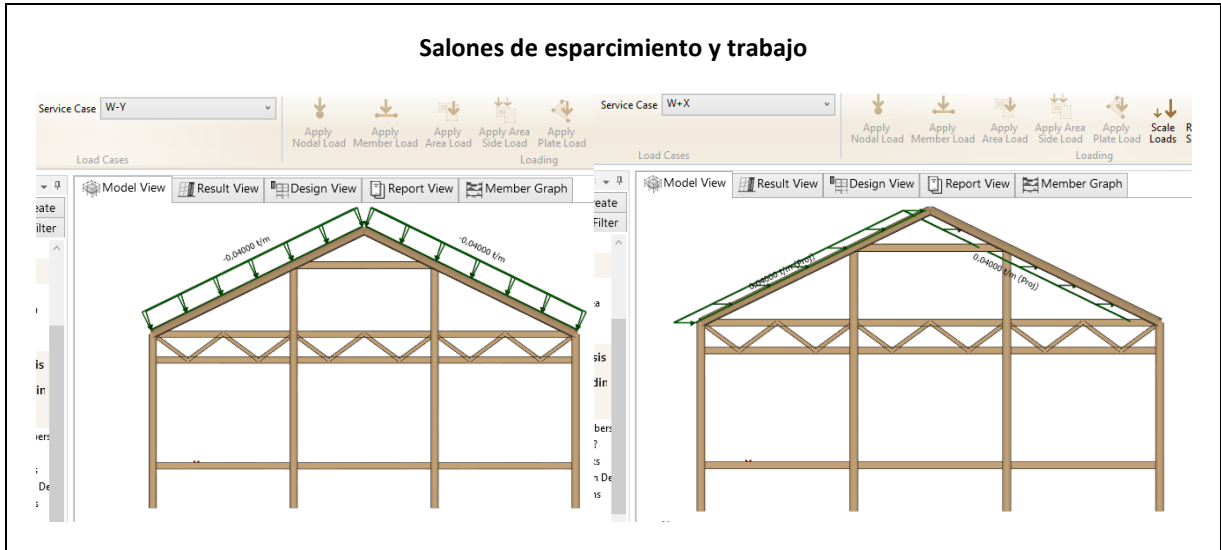
GC_{pi}: Coeficiente de presión interna tomado de la figura B.6.5-2 del NSR-10

PRESIONES DE DISEÑO

Superficie	z (m)	G	C _p	q _z (kgf/m)	P _{net} (GC _{pi} =+) (kgf/m ²)	P _{net} (GC _{pi} =-) (kgf/m ²)
Cubierta a Barlovento	-	0.85	-0.36	69.45	-59.48	16.91
Cubierta a Barlovento	-	0.85	-0.01	69.45	-38.91	37.48
Cubierta a Sotavento	-	0.85	-0.60	69.45	-73.61	2.78

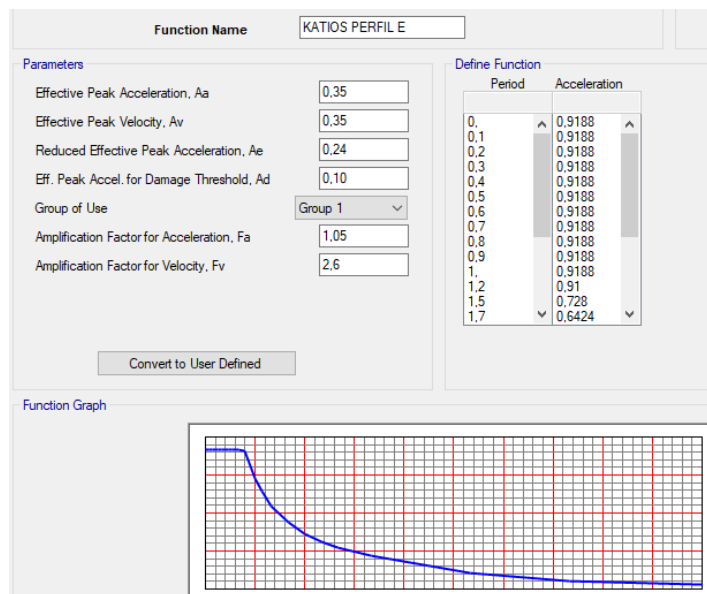
Con base en B.6.1.3 de la NSR 10, es necesario establecer una presión mínima de viento igual a 0,04 ton/m² proyectada en el plano normal a la dirección del viento.





3.3.6 Fuerza Sísmica

Para las fuerzas sísmicas, se determinó el espectro de diseño según la zona de ubicación del proyecto con base a lo estipulado en el título A de la NSR-10 y los parámetros establecidos en el informe de geotecnia.



La fuerza sísmica se calculó utilizando el espectro de aceleraciones definido anteriormente y determinando un coeficiente de disipación de energía (R) igual a 1,0 debido al tipo de material, configuración y uniones del sistema.

3.4 Evaluación de las masas

La masa se toma automáticamente del modelo a partir de las cargas asignadas en el caso de carga muerta (DEAD) y junto con las masas asignadas (SD).

3.5 Combinaciones de carga

Las combinaciones de cargas consideradas en el diseño de la estructura son las combinaciones de servicio para un diseño basado en la teoría de esfuerzos admisible.

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
1,0D + 1,0Lr	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,00
1,0D + 1,0Lr			Linear Static	Lr	1,00
1,0D + 1,0Lr			Linear Static	SUPER DEAD	1,00
1,0D + 1,0W(Y-)	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,00
1,0D + 1,0W(Y-)			Linear Static	WIND Y-	1,00
1,0D + 1,0W(Y-)			Linear Static	SUPER DEAD	1,00
1,0D + 1,0L	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,00
1,0D + 1,0L			Linear Static	LIVE	1,00
1,0D + 1,0L			Linear Static	SUPER DEAD	1,00
1,0D + 1,0W(Y+)	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,00
1,0D + 1,0W(Y+)			Linear Static	WIND Y+	1,00
1,0D + 1,0W(Y+)			Linear Static	SUPER DEAD	1,00
1,0D + 0,75L + 0,75Lr	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,00
1,0D + 0,75L + 0,75Lr			Linear Static	SUPER DEAD	1,00
1,0D + 0,75L + 0,75Lr			Linear Static	Lr	0,75
1,0D + 0,75L + 0,75Lr			Linear Static	LIVE	0,75
1,0D + 0,7Ex + 0,21Ey	Linear Add	No	Linear Static	SUPER DEAD	1,00
1,0D + 0,7Ex + 0,21Ey			Linear Static	DEAD	1,00
1,0D + 0,7Ex + 0,21Ey			Response Spectrum	Ex	0,70
1,0D + 0,7Ex + 0,21Ey			Response Spectrum	Ey	0,21
1,0D + 0,21Ex + 0,7Ey	Linear Add	No	Linear Static	SUPER DEAD	1,00
1,0D + 0,21Ex + 0,7Ey			Linear Static	DEAD	1,00
1,0D + 0,21Ex + 0,7Ey			Response Spectrum	Ey	0,70
1,0D + 0,21Ex + 0,7Ey			Response Spectrum	Ex	0,21
1,0D + 0,75(0,7Ex+0,3Ey) + 0,75L + 0,75Lr	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,00
1,0D + 0,75(0,7Ex+0,3Ey) + 0,75L + 0,75Lr			Linear Static	SUPER DEAD	1,00
1,0D + 0,75(0,7Ex+0,3Ey) + 0,75L + 0,75Lr			Response Spectrum	Ey	0,16
1,0D + 0,75(0,7Ex+0,3Ey) + 0,75L + 0,75Lr			Response Spectrum	Ex	0,53
1,0D + 0,75(0,7Ex+0,3Ey) + 0,75L + 0,75Lr			Linear Static	LIVE	0,75
1,0D + 0,75(0,7Ex+0,3Ey) + 0,75L + 0,75Lr			Linear Static	Lr	0,75

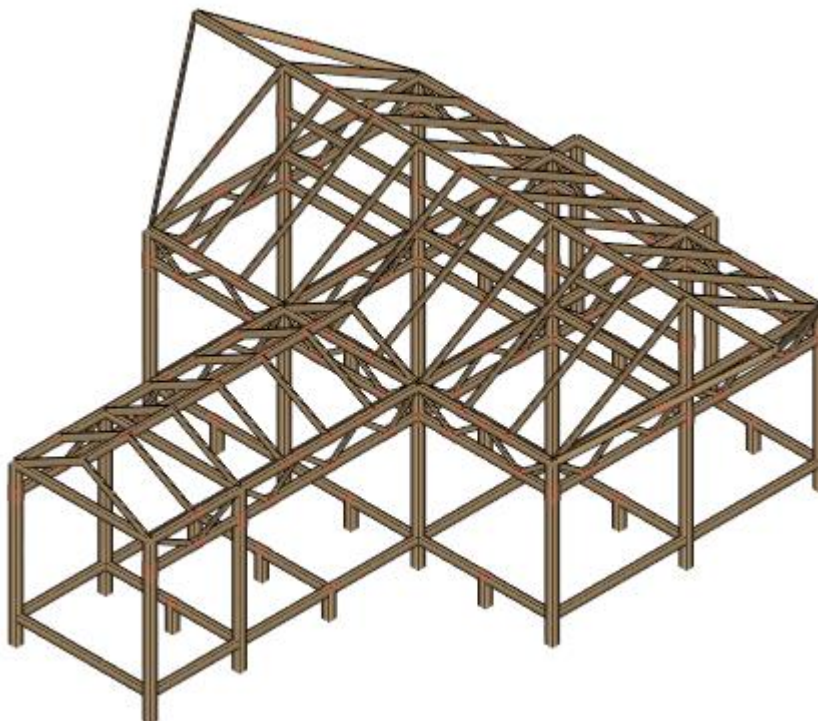
$1,0D + 0,75(0,7E_y + 0,3E_x) + 0,75L + 0,75L_r$	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1,00
$1,0D + 0,75(0,7E_y + 0,3E_x) + 0,75L + 0,75L_r$			Linear Static	SUPER DEAD	1,00
$1,0D + 0,75(0,7E_y + 0,3E_x) + 0,75L + 0,75L_r$			Response Spectrum	Ey	0,53
$1,0D + 0,75(0,7E_y + 0,3E_x) + 0,75L + 0,75L_r$			Response Spectrum	Ex	0,16
$1,0D + 0,75(0,7E_y + 0,3E_x) + 0,75L + 0,75L_r$			Linear Static	LIVE	0,75
$1,0D + 0,75(0,7E_y + 0,3E_x) + 0,75L + 0,75L_r$			Linear Static	Lr	0,75

4. DISEÑO DE ESTRUCTURAL CABAÑA EN T (HABITACIONES)

4.1 Modelo estructural

Debido a las características del sistema de madera, con elementos individuales es necesario buscar la rigidización del mismo. Contemplando que las uniones entre elementos no sean conexiones rígidas, se contemplan entonces cerchas en ambos sentidos que restrinjan los desplazamientos laterales que puede presentar la estructura.

Se presentan a continuación la configuración del sistema principal.



4.1 Secciones

Se presentan a continuación las secciones propuestas para los elementos principales.

ELEMENTO	CONFIGURACIÓN	ANCHO [mm]	ALTURA [mm]	TIPO
CUERDA SUPERIOR CUBIERTA (ALFARDA)	SIMPLE	40	140	ASERRADA
CERCHA TRANSVERSAL (CORDON SUP E INF)	DOBLE	40	160	ASERRADA
DIAGONALES DE CERCHA	SIMPLE	40	90	ASERRADA
CERCHA LONGITUDINAL (CORDON SUP E INF)	DOBLE	40	160	ASERRADA
COLUMNA	SIMPLE	160	160	LAMINADA
CORREAS DE CUBIERTA	SIMPLE	40	40	ASERRADA
VIGUETAS DE ENTREPISO	SIMPLE	40	140	ASERRADA
VIGAS PRINCIPALES DE ENTREPISO	SIMPLE	80	160	LAMINADA
ELEMENTOS DE CERCHA TRANSVERSAL SUPERIOR	SIMPLE	40	100	ASERRADA
ELEMENTO DE UNION DE CERCHAS TRANSVERSALES SUPERIORES	SIMPLE	40	140	ASERRADA

4.1 Análisis sísmico

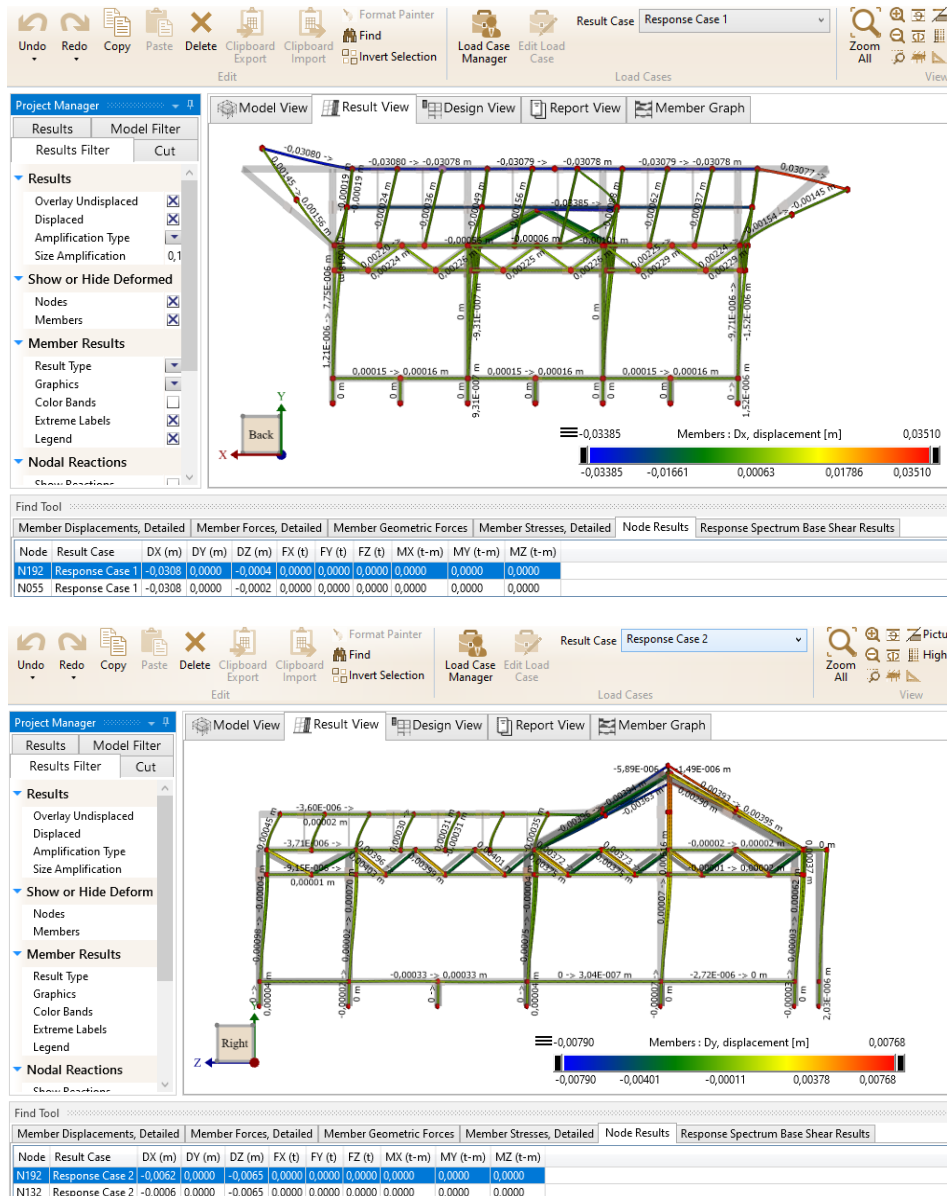
El análisis sísmico se realizó utilizando el Método del Análisis Dinámico Elástico Espectral. A continuación, se muestran los porcentajes de participación de masa en las dos direcciones principales, es importante resaltar que, debido a que la estructura es un sistema liviano y se contemplaron zapatas en el modelo, por esta razón no se alcanza un porcentaje de excitación del 90%, ya que las zapatas presentan una masa representativa y tienen desplazamientos mínimos.

Modal Results/Participation 3

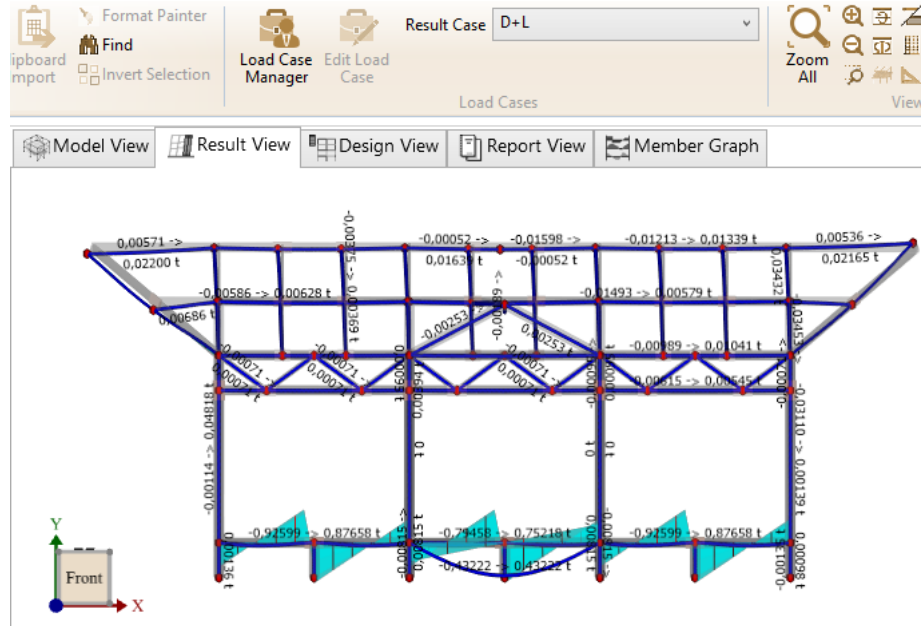
Mode Shape Name	frequency (Hz)	Period (Seconds)	X Part	Y Part	Z Part	X Mass t	Y Mass t	Z Mass t
Mode Shape Set 1 Mode 1	2,9248	0,34191	0,2072	0,0000	0,0001	0,6969	0,0001	0,0002
Mode Shape Set 1 Mode 2	4,1277	0,24226	0,1445	0,0000	0,0000	0,4860	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 3	4,1973	0,23825	0,1140	0,0000	0,0000	0,3835	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 4	5,6660	0,17649	0,0016	0,0000	0,0001	0,0054	0,0000	0,0005
Mode Shape Set 1 Mode 5	5,8763	0,17017	0,0000	0,0000	0,6588	0,0000	0,0000	2,2156
Mode Shape Set 1 Mode 6	6,0140	0,16628	0,0008	0,0000	0,0301	0,0027	0,0000	0,1011
Mode Shape Set 1 Mode 7	6,1018	0,16388	0,0008	0,0000	0,0052	0,0026	0,0000	0,0176
Mode Shape Set 1 Mode 8	6,4774	0,15438	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 9	6,5861	0,15183	0,0061	0,0000	0,0000	0,0205	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 10	6,6823	0,14965	0,1148	0,0000	0,0001	0,3862	0,0000	0,0002
Mode Shape Set 1 Mode 11	6,8957	0,14502	0,0002	0,0000	0,0010	0,0006	0,0000	0,0034
Mode Shape Set 1 Mode 12	7,6515	0,13069	0,0177	0,0000	0,0007	0,0595	0,0000	0,0025
Mode Shape Set 1 Mode 13	8,2523	0,12118	0,0773	0,0000	0,0001	0,2598	0,0000	0,0003
Mode Shape Set 1 Mode 14	11,160	0,08960	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 15	11,473	0,08716	0,0004	0,0000	0,0000	0,0015	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Totals			0,6854	0,0000	0,6962	2,3051	0,0001	2,3415

4.2 Desplazamientos

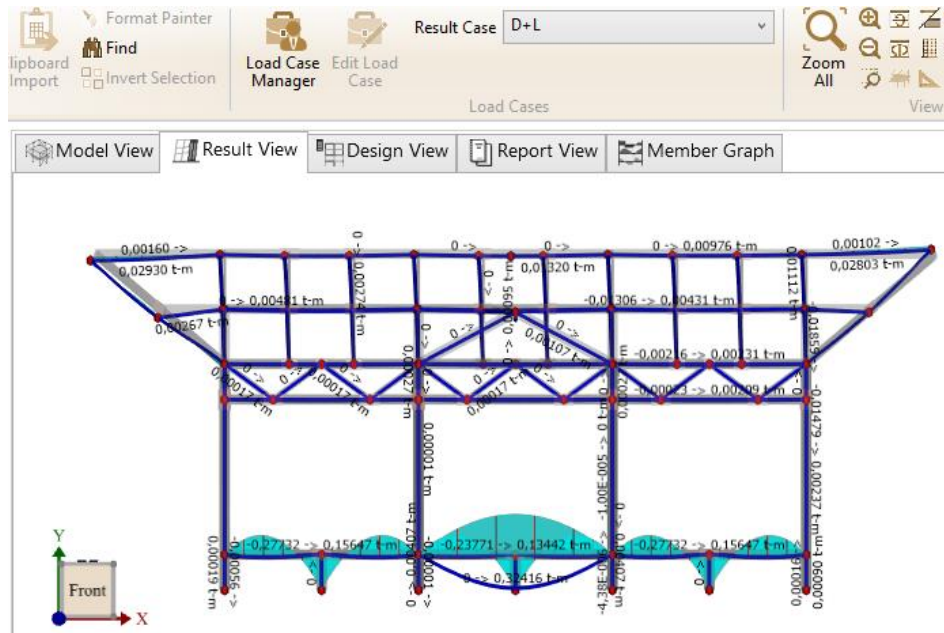
Para la verificación de derivas se toma un $R=1$; es decir, la fuerza sísmica no es reducida. Se procede a identificar los mayores desplazamientos en la estructura en sus direcciones principales, aunque debido a que es una estructura de un nivel la norma establece que el sistema no debe cumplir derivas, es importante reconocer los posibles desplazamientos de la estructura para contemplarlos en los acabados propuestos.



4.1.2 Fuerza cortante



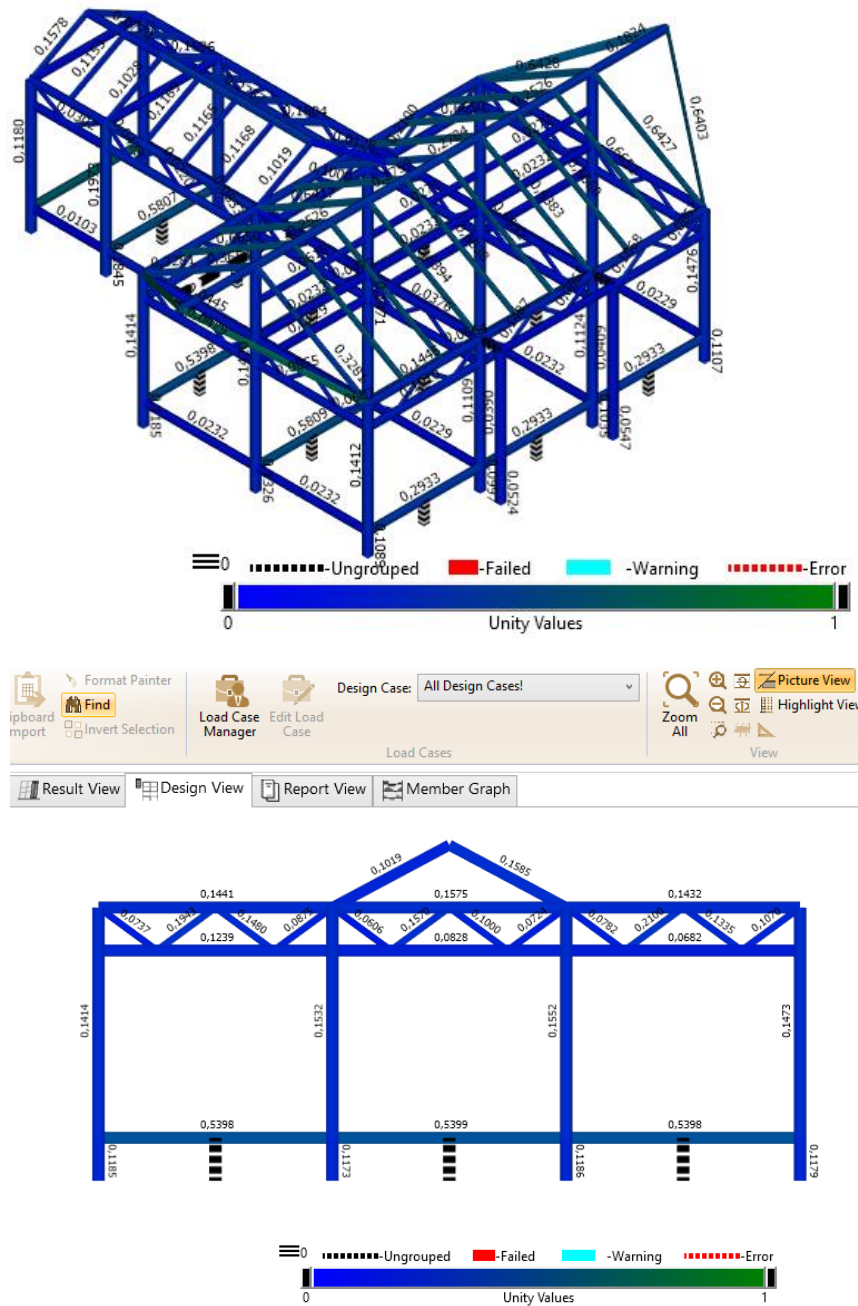
4.1.3 Momento



4.2 Diseño de elementos

4.2.1 Demanda/Capacidad

Se presenta a continuación el esquema de Demanda/Capacidad de la estructura y del pórtico con mayor solicitación.



4.2.2 Consideraciones de arriostramiento

Con base en las condiciones físicas de cada elemento se contemplan los arriostramientos presentes para cada uno. Se describen a continuación:

- **Arriostramiento en alfardas:** Se contemplan las correas como arriostramiento del elemento, estas correas se encuentran espaciadas cada 1,00 entre ejes.
- **Arriostramiento en viga principal de piso:** Se contemplan las viguetas del piso como arriostramiento de la viga principal, estas viguetas se encuentran espaciadas cada 0,50 entre eje

4.2.3 Chequeo de elementos

4.2.3.1 Columnas

COLUMNAS: Combined Check (extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
COL011	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	D+.7E »+X	0,1546	1,0000	3.9-3	0,1546	$F_x = -0,32005 \text{ t}$, $KL_z = 2,9500 \text{ m}$, $KL_y = 2,9500 \text{ m}$, $L_b = 2,9500 \text{ m}$, $M_z = -0,20950 \text{ t-m}$, $M_y = -0,00048 \text{ t-m}$, $F_{cE1} = 8,6180 \text{ MPa}$, $F_{cE2} = 8,6180 \text{ MPa}$, $F_{bE} = 129,39 \text{ MPa}$, $E_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz'} = 19,821 \text{ MPa}$, $F_{by'} = 21 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99104$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

COLUMNAS: Axial Check (extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_a MPa	Capacity F_a MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL020	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,5500	D+L (1)	-0,5539	9,9375	3.6.3	0,0557	$F_x = -1,4458 \text{ t}$, $KL_z = 0,47964 \text{ m}$, $KL_y = 0,47964 \text{ m}$, $F_c^* = 10 \text{ MPa}$, $F_{cE} = 326,00 \text{ MPa}$, $CM(F_c) = 1$, $C_t = 1$, $CF(F_c) = 1$, $C_i = 1$, $CP = 0,99375$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CD = 1$, $K_z = 0,87207$, $K_y = 0,87207$

COLUMNAS: Strong Flexure Check (extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{bz} MPa	Capacity F_{bz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL013	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	.6D+.7E »+X	-3,0171	19,8207	3.3-1	0,1522	$L_b = 2,9500 \text{ m}$, $M_z = -0,21003 \text{ t-m}$, $E_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99104$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$

COLUMNAS: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvy MPa	Capacity Fvy MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL023	Rectangle 0,16000 x 0,16000	2,9500	D+.7E »+X	-0,2394	2,0800	3.4-1	0,1151	V = -0,41655 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1,6000

COLUMNAS: Weak Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvz MPa	Capacity Fvz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL015	Rectangle 0,16000 x 0,16000	2,9500	.6D+.7E »+Z	0,1629	2,0800	3.4-1	0,0783	V = 0,28347 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1,6000

4.2.3.2 Vigas de entrepiso

VIGA LONG PISO 1: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
BmX008	FS (2)-2x6	1,5000	D+L (1)	0,5617	1,0000	3.9-2 Strong	0,5617	Fx = 0,00201 t, KLz = 3 m, KLy = 3 m, Lb = 3 m, Mz = -0,27756 t-m, My = 8,90E-006 t-m, E'min = 3564 MPa, Fbz* = 12,500 MPa, Fbz** = 12,319 MPa, Fby* = 13,125 MPa, Fby** = 13,125 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,98550, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1, Kz = 1, Ky = 1

VIGA LONG PISO 1: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fa MPa	Capacity Fa MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ034	FS (2)-2x6	2,1000	.6D+.7E »+Z	-0,1576	1,8421	3.6.3	0,0856	Fx = -0,24886 t, KLz = 4 m, KLy = 4 m, Fc* = 16 MPa, FcE = 1,8901 MPa, CM(Fc) = 1, Ct = 1, CF(Fc) = 1, Ci = 1, CP = 0,11513, CM(E) = 1, CT = 1, Cfu = 1, CD = 1,6000, Kz = 1, Ky = 1

VIGA LONG PISO 1: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fbz MPa	Capacity Fbz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX012	FS (2)-2x6	1,5000	D+L (1)	8,0830	12,3187	3.3-1	0,6562	Lb = 3 m, Mz = 0,32416 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,98550, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1

VIGA LONG PISO 1: Weak Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fby MPa	Capacity Fby MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX001	FS (2)-2x6	1,5000	D+.7E »+Z	-0,3122	21,0000	3.3-1	0,0149	My = -0,00835 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 1, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000

VIGA LONG PISO 1: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvy MPa	Capacity Fvy MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX008	FS (2)-2x6	1,5000	D+L (1)	-0,8799	1,3000	3.4-1	0,6768	V = -0,92615 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1

4.2.3.3 Cordón superior e inferior de cerchas

VIGA LONGITUDINAL CERCHA: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ021	FS (2)-2x6	3,9667	D+.7E »+Z	0,1208	1,0000	3.9-4	0,1208	Fx = -0,36050 t, KLz = 4 m, KLy = 4 m, Lb = 4 m, Mz = 0,00001 t-m, My = 0 t-m, FcE1 = 4,2526 MPa, FcE2 = 1,8901 MPa, FbE = 41,518 MPa, E'min = 3564 MPa, Fbz' = 19,177 MPa, Fby' = 21 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,95885, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000, Kz = 1, Ky = 1

VIGA LONGITUDINAL CERCHA: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fa MPa	Capacity Fa MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ021	FS (2)-2x6	4,0000	D+.7E »+Z	-0,2284	1,8421	3.6.3	0,1240	Fx = -0,36069 t, KLz = 4 m, KLy = 4 m, Fc* = 16 MPa, FcE = 1,8901 MPa, CM(Fc) = 1, Ct = 1, CF(Fc) = 1, Ci = 1, CP = 0,11513, CM(E) = 1, CT = 1, Cfu = 1, CD = 1,6000, Kz = 1, Ky = 1

VIGA LONGITUDINAL CERCHA: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fbz MPa	Capacity Fbz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX010	FS (2)-2x6	1,5000	D+H+F	0,2285	11,1068	3.3-1	0,0206	Lb = 3 m, Mz = 0,00916 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,98727, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 0,90000
BmX013	FS (2)-2x6	1,5000	D+H+F	0,2285	11,1068	3.3-1	0,0206	Lb = 3 m, Mz = 0,00916 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,98727, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 0,90000
BmX020	FS (2)-2x6	1,5000	D+H+F	0,2285	11,1068	3.3-1	0,0206	Lb = 3 m, Mz = 0,00916 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,98727, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 0,90000
BmX021	FS (2)-2x6	1,5000	D+H+F	0,2285	11,1068	3.3-1	0,0206	Lb = 3 m, Mz = 0,00916 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,98727, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 0,90000

VIGA LONGITUDINAL CERCHA: Weak Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fby MPa	Capacity Fby MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX019	FS (2)-2x6	1,0000	D+.6W »+X	-0,9071	21,0000	3.3-1	0,0432	My = -0,02425 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 1, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000

VIGA LONGITUDINAL CERCHA: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvy MPa	Capacity Fvy MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX019	FS (2)-2x6	1,5250	D+.6W »-Y	0,0366	2,0800	3.4-1	0,0176	V = 0,03854 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1,6000

VIGA LONGITUDINAL CERCHA: Weak Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvz MPa	Capacity Fvz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ038	FS (2)-2x6	0,0000	.6D+.7E »+X	0,0127	2,0800	3.4-1	0,0061	V = 0,01341 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1,6000

4.2.3.4 Diagonales de cercha

DIAGONALES CERCHA LONG: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
V064	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,0571	.6D+.7E »+Z	0,1218	1,0000	3.9-4	0,1218	<p> $F_x = -0,16095 \text{ t}$, $KL_z = 1,1413 \text{ m}$, $KL_y = 1,1413 \text{ m}$, $L_b = 1,1413 \text{ m}$, $M_z = 0,00001 \text{ t-m}$, $M_y = 0 \text{ t-m}$, $F_{cE1} = 18,219 \text{ MPa}$, $F_{cE2} = 3,5988 \text{ MPa}$, $F_{bE} = 35,691 \text{ MPa}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz'} = 18,931 \text{ MPa}$, $F_{by'} = 20 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,94654$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$, $K_z = 1$, $K_y = 1$ </p>

DIAGONALES CERCHA LONG: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_a MPa	Capacity F_a MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V094	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,0000	D+.7E »+X	-0,6483	4,9709	3.6.3	0,1304	<p> $F_x = -0,23797 \text{ t}$, $KL_z = 0,93005 \text{ m}$, $KL_y = 0,93005 \text{ m}$, $F_{c*} = 16 \text{ MPa}$, $F_{cE} = 5,4189 \text{ MPa}$, $CM(F_c) = 1$, $C_t = 1$, $CF(F_c) = 1$, $C_i = 1$, $CP = 0,31068$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CD = 1,6000$, $K_z = 1$, $K_y = 1$ </p>

DIAGONALES CERCHA LONG: Weak Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{by} MPa	Capacity F_{by} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V063	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,5706	D+.7E »+X	-0,0882	20,0000	3.3-1	0,0044	<p> $M_y = -0,00022 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 1$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$ </p>

DIAGONALES CERCHA LONG: Weak Flexure Check (continue)

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fby MPa	Capacity Fby MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V064	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,5706	D+.7E »+X	-0,0882	20,0000	3.3-1	0,0044	My = -0,00022 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 1, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000
V071	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,5706	D+.7E »+X	-0,0882	20,0000	3.3-1	0,0044	My = -0,00022 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 1, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000
V072	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,5706	D+.7E »+X	-0,0882	20,0000	3.3-1	0,0044	My = -0,00022 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 1, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000

4.2.3.5 Alfardas

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
V005	Rectangle 0,14000 x 0,04000	1,7241	D+Lr (1)	0,9268	1,0000	3.9-3	0,9268	Fx = -0,57038 t, KLz = 3,4482 m, KLy = 1 m, Lb = 3,4482 m, Mz = -0,07390 t-m, My = 0,00013 t-m, FcE1 = 5,4187 MPa, FcE2 = 5,2594 MPa, FbE = 9,0791 MPa, E'min = 3999,0 MPa, Fbz' = 7,7723 MPa, Fby' = 11,092 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,77079, CF(Fb) = 1,3000, Cr = 1, CD = 1,2500, Kz = 1, Ky = 1

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fa MPa	Capacity Fa MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V006	Rectangle 0,14000 x 0,04000	3,4482	D+Lr (1)	-1,0053	4,7107	3.6.3	0,2134	Fx = -0,57409 t, KLz = 3,4482 m, KLy = 1 m, Fc* = 12,798 MPa, FcE = 5,2594 MPa, CM(Fc) = 1, Ct = 1, CF(Fc) = 1,1000, Ci = 1, CP = 0,36807, CM(E) = 1, CT = 1, Cfu = 1, CD = 1,2500, Kz = 1, Ky = 1

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Memb er	Section	Offset m	Result Case	Demand fbz MPa	Capacity Fbz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V008	Rectangle 0,14000 x 0,04000	1,7241	D+Lr (1)	-5,5862	7,7723	3.3-1	0,7187	Lb = 3,4482 m, Mz = -0,07443 t-m, E _{min} = 3999,0 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,77079, CF(Fb) = 1,3000, Cr = 1, CD = 1,2500

4.3 Chequeo de deflexiones

La verificación de cumplimiento de deflexiones se realiza con base en la tabla G.3.2-1 del título G de la NSR 10 y se identifica cumplimiento por todos los elementos del sistema.

Tabla G.3.2-1
Deflexiones admisibles en vigas con Δ (mm)

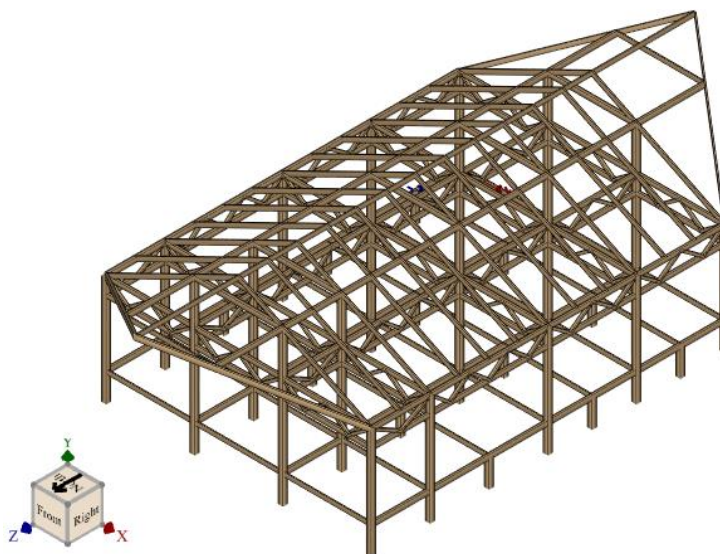
Tipo de Construcción	Cargas Vivas ℓ/k *	Viento o Granizo ℓ/k *	Cargas Totales ℓ/k *
Elementos de techo/Cubierta			
Cubiertas inclinadas	Nota 1	Nota 1	Nota 1
Cielorastos de pañete o yeso	ℓ/360	ℓ/360	ℓ/300
Otros cielos rasos	ℓ/300	ℓ/240	ℓ/240
Sin cielo raso	ℓ/300	ℓ/240	ℓ/240
Techos planos	Nota 1	Nota 1	ℓ/300
Elementos de entrepiso	ℓ/360	—	ℓ/300
Pisos rigidizados			ℓ/360
Muros exteriores y particiones interiores			
Con acabados frágiles	—	ℓ/240	—
Con acabados flexibles	—	ℓ/240	—
Edificaciones industriales	—		ℓ/200
Edificaciones provisionales			(3) ℓ/160
Formaletas para concreto			(3) ℓ/360 ó 3 mm
Forros para columnas - vigas			(3) ℓ/360 ó 1.6 mm

5. DISEÑO DE ESTRUCTURAL DE SALONES DE ESPARCIMIENTO

5.1 Modelo estructural

Debido a las características del sistema de madera, con elementos individuales es necesario buscar la rigidización del mismo. Contemplando que las uniones entre elementos no sean conexiones rígidas, se contemplan entonces cerchas en ambos sentidos que restrinjan los desplazamientos laterales que puede presentar la estructura.

Se presentan a continuación la configuración del sistema principal.



5.2 Secciones

Se presentan a continuación las secciones propuestas para los elementos principales.

ELEMENTO	CONFIGURACIÓN	ANCHO [mm]	ALTURA [mm]	TIPO
CUERDA SUPERIOR CUBIERTA (ALFARDA)	SIMPLE	40	140	ASERRADA
CERCHA TRANSVERSAL (CORDON SUP E INF)	DOBLE	40	160	ASERRADA
DIAGONALES DE CERCHA	SIMPLE	40	90	ASERRADA
CERCHA LONGITUDINAL (CORDON SUP E INF)	DOBLE	40	160	ASERRADA
COLUMNA	SIMPLE	160	160	LAMINADA
CORREAS DE CUBIERTA	SIMPLE	40	40	ASERRADA
VIGA TRANSVERSAL ENTREPISO	SIMPLE	40	140	ASERRADA
VIGA LONGITUDINAL ENTREPISO	SIMPLE	80	160	LAMINADA
VIGA DE UNION LONG DE CERCHAS EN PARTE SUPERIOR CONTINUA A VOLADIZO)	SIMPLE	80	160	LAMINADA

5.3 Análisis sísmico

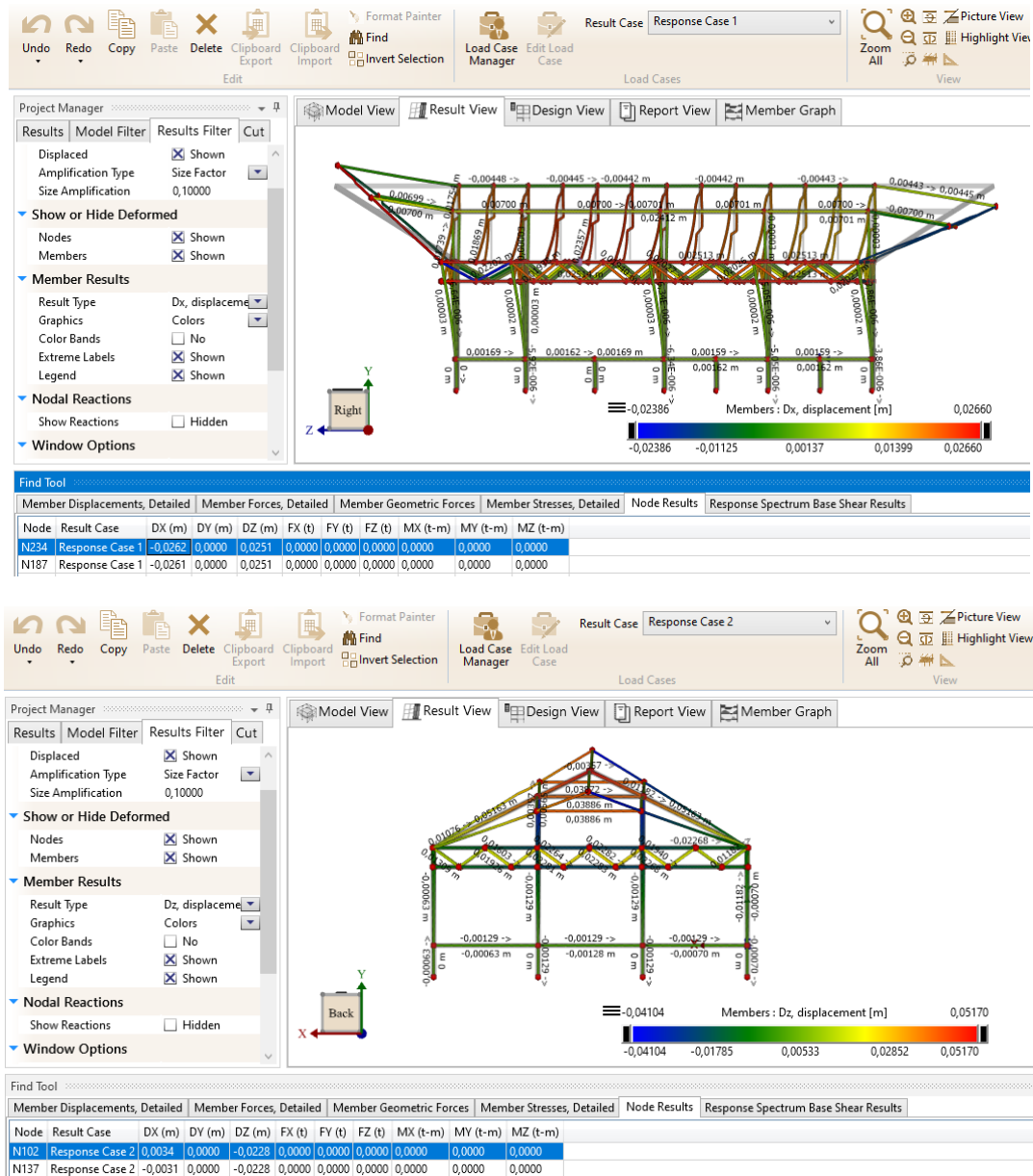
El análisis sísmico se realizó utilizando el Método del Análisis Dinámico Elástico Espectral. A continuación, se muestran los porcentajes de participación de masa en las dos direcciones principales, es importante resaltar que, debido a que la estructura es un sistema liviano y se contemplaron zapatas en el modelo, por esta razón no se alcanza un porcentaje de excitación del 90%, ya que las zapatas presentan una masa representativa y tienen desplazamientos mínimos.

Modal Results/Participation 3

Mode Shape Name	frequency (Hz)	Period (Seconds)	X Part	Y Part	Z Part	X Mass t	Y Mass t	Z Mass t
Mode Shape Set 1 Mode 1	1,6544	0,60446	0,0000	0,0002	0,4599	0,0000	0,0011	2,0365
Mode Shape Set 1 Mode 2	3,0056	0,33271	0,0144	0,0002	0,1047	0,0638	0,0007	0,4636
Mode Shape Set 1 Mode 3	3,0888	0,32375	0,5861	0,0001	0,0376	2,5952	0,0003	0,1665
Mode Shape Set 1 Mode 4	3,1182	0,32070	0,1230	0,0002	0,0990	0,5445	0,0007	0,4384
Mode Shape Set 1 Mode 5	3,4728	0,28795	0,0017	0,0000	0,0005	0,0077	0,0000	0,0020
Mode Shape Set 1 Mode 6	3,8860	0,25734	0,0001	0,0000	0,0005	0,0005	0,0000	0,0021
Mode Shape Set 1 Mode 7	4,0738	0,24547	0,0171	0,0000	0,0000	0,0756	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 8	5,6367	0,17741	0,0009	0,0000	0,0000	0,0042	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 9	6,0620	0,16496	0,0002	0,0000	0,0000	0,0010	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 10	7,5250	0,13289	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 11	8,0043	0,12493	0,0003	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 12	8,4120	0,11888	0,0000	0,0000	0,0106	0,0000	0,0000	0,0470
Mode Shape Set 1 Mode 13	11,789	0,08483	0,0001	0,0131	0,0000	0,0002	0,0578	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 14	12,356	0,08093	0,0000	0,0000	0,0298	0,0000	0,0001	0,1322
Mode Shape Set 1 Mode 15	12,745	0,07846	0,0000	0,0040	0,0000	0,0001	0,0179	0,0000
Mode Shape Set 1 Totals			0,7439	0,0178	0,7426	3,2940	0,0786	3,2882

5.4 Desplazamientos

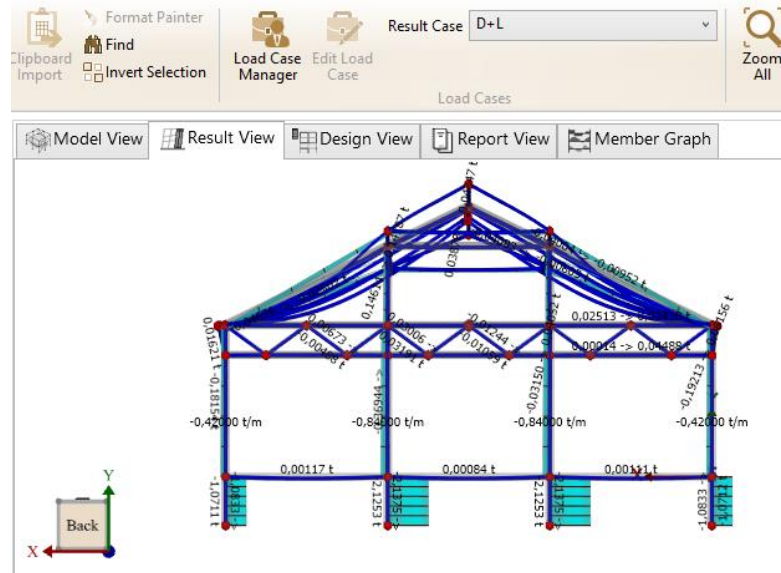
Para la verificación de derivas se toma un $R=1$; es decir, la fuerza sísmica no es reducida. Se procede a identificar los mayores desplazamientos en la estructura en sus direcciones principales, aunque debido a que es una estructura de un nivel la norma establece que el sistema no debe cumplir derivas, es importante reconocer los posibles desplazamientos de la estructura para contemplarlos en los acabados propuestos.



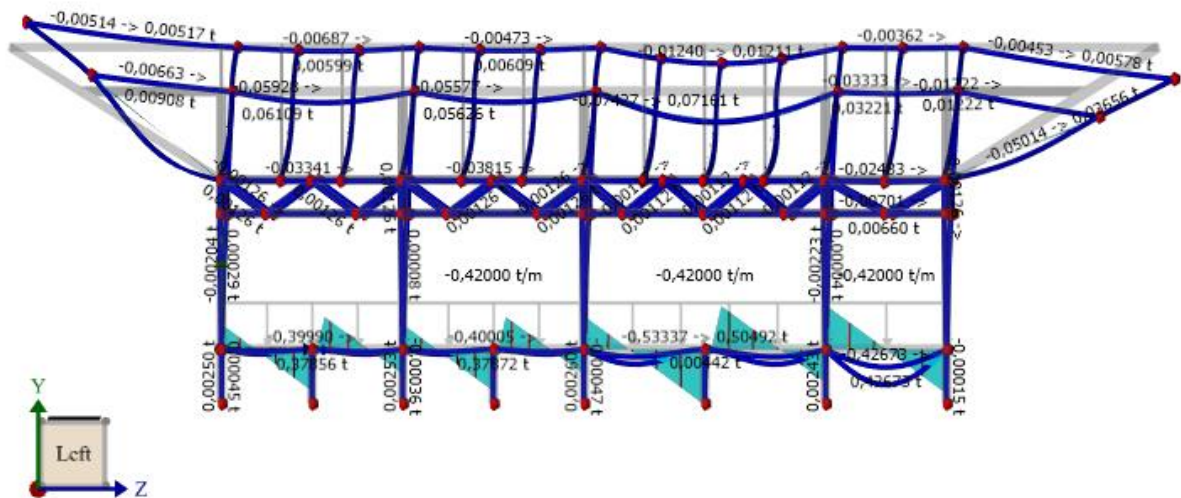
5.5 Fuerzas internas

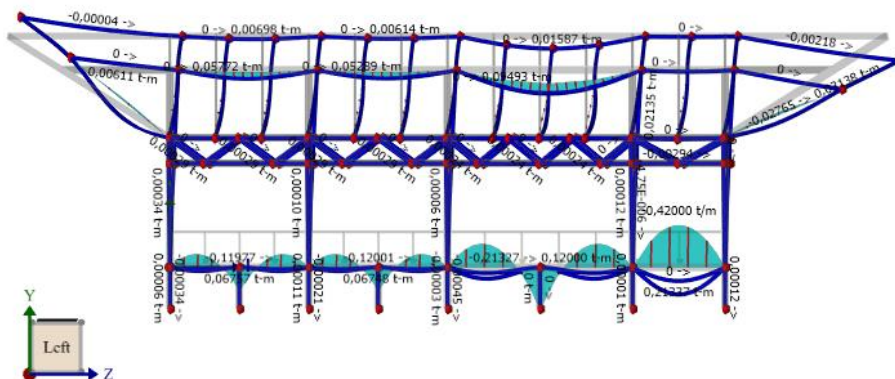
Se presentan a continuación las fuerzas internas en los elementos de la sección del pórtico típico con mayor sollicitación ante la envolvente de las combinaciones de servicio.

5.5.1 Fuerza axial

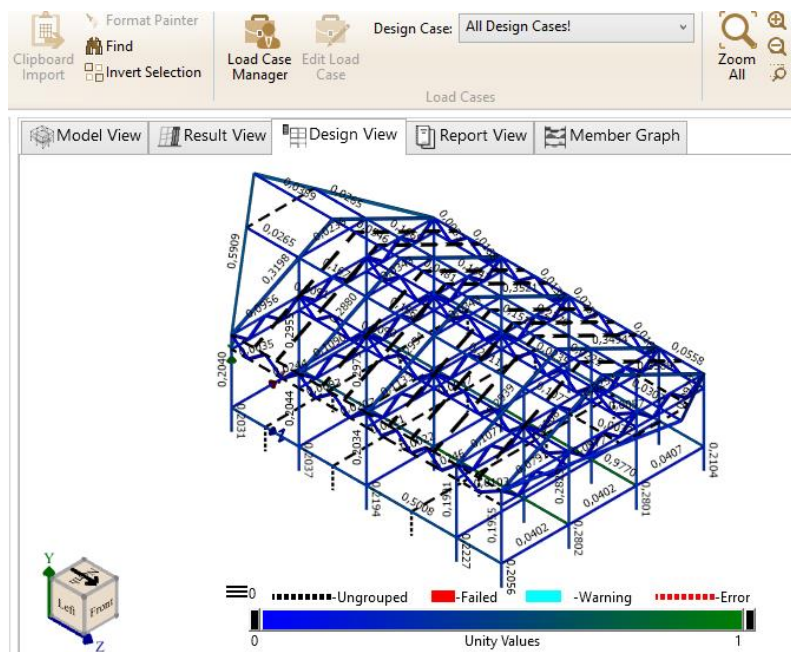


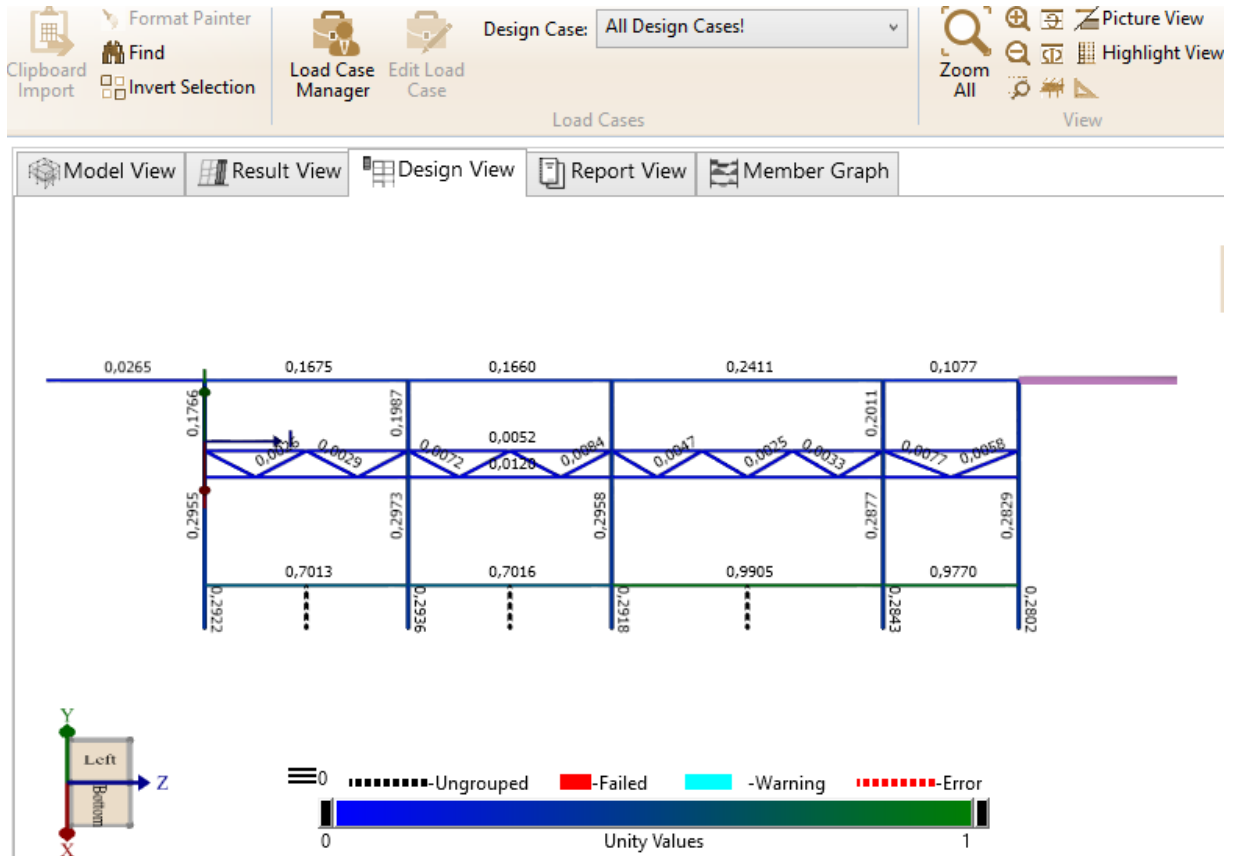
5.5.2 Fuerza cortante





Se presenta a continuación el esquema de Demanda/Capacidad de la estructura y del pórtico con mayor solicitud.





5.6.2 Consideraciones de arriostramiento

Con base en las condiciones físicas de cada elemento se contemplan los arriostramientos presentes para cada uno. Se describen a continuación:

- **Arriostramiento en alfardas:** Se contemplan las correas como arriostramiento del elemento, estas correas se encuentran espaciadas cada 1,00 entre ejes.
- **Arriostramiento en viga principal de piso:** Se contemplan las viguetas del piso como arriostramiento de la viga principal, estas viguetas se encuentran espaciadas cada 0,50 entre eje

5.6.3 Chequeo de elementos

5.6.3.1 Columnas

COLUMNAS: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
COL011	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	8. D+0.7E »+Z	0,2973	1,0000	3.9-3	0,2973	$F_x = -0,34151 \text{ t}$, $KL_z = 2,8000 \text{ m}$, $KL_y = 2,8000 \text{ m}$, $L_b = 2,8000 \text{ m}$, $M_z = 0,00177 \text{ t-m}$, $M_y = 0,42647 \text{ t-m}$, $F_{cE1} = 9,5661 \text{ MPa}$, $F_{cE2} = 9,5661 \text{ MPa}$, $F_{bE} = 135,66 \text{ MPa}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz}' = 19,830 \text{ MPa}$, $F_{by}' = 21 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99151$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

COLUMNAS: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_a MPa	Capacity F_a MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL028	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,9000	2. D+L	-0,7012	9,8274	3.6-3	0,0713	$F_x = -1,8303 \text{ t}$, $KL_z = 0,78486 \text{ m}$, $KL_y = 0,78486 \text{ m}$, $F_c^* = 10 \text{ MPa}$, $F_{cE} = 121,75 \text{ MPa}$, $CM(F_c) = 1$, $C_t = 1$, $CF(F_c) = 1$, $C_i = 1$, $CP = 0,98274$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CD = 1$, $K_z = 0,87207$, $K_y = 0,87207$

COLUMNAS: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{bz} MPa	Capacity F_{bz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL032	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,9000	8. D+0.7E »+X	4,4087	19,9430	3.3-1	0,2211	$L_b = 0,90000 \text{ m}$, $M_z = 0,30690 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99715$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$

COLUMNAS: Weak Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{vz} MPa	Capacity F_{vz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL012	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	8. D+0.7E »+Z	-0,1032	2,0800	3.4-1	0,0496	$V = -0,17965 \text{ t}$, $CM = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CD = 1,6000$

COLUMNAS: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{vy} MPa	Capacity F_{vy} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL046	Rectangle 0,16000 x 0,16000	1,4667	8. D+0.7E »+X	-0,1432	2,0800	3.4-1	0,0688	$V = -0,24914 \text{ t}$, $CM = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CD = 1,6000$

5.6.3.2 Vigas de entrepiso

VIGA LONG PISO 1: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ055	Rectangle 0,16000 x 0,08000	2,0000	2. D+L	0,9905	1,0000	3.9-3	0,9905	$F_x = -0,00271 \text{ t}$, $KL_z = 2 \text{ m}$, $KLy = 0,50000 \text{ m}$, $L_b = 2 \text{ m}$, $M_z = -0,42303 \text{ t-m}$, $My = -0,00006 \text{ t-m}$, $FcE1 = 18,749 \text{ MPa}$, $FcE2 = 74,998 \text{ MPa}$, $FbE = 45,741 \text{ MPa}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $Fbz' = 12,275 \text{ MPa}$, $Fby' = 14,375 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $Cfu = 1$, $CM(Fb) = 1$, $CL = 0,98199$, $CF(Fb) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1$, $Kz = 1$, $Ky = 1$

VIGA LONG PISO 1: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_a MPa	Capacity F_a MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ055	Rectangle 0,16000 x 0,08000	2,0667	8. D+0.7E »+Z	0,4226	14,4000	3.8.1	0,0293	$F_x = 0,55155 \text{ t}$, $CM(Ft) = 1$, $C_t = 1$, $CF(Ft) = 1$, $C_i = 1$, $CD = 1,6000$

VIGA LONG PISO 1: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{vy} MPa	Capacity F_{vy} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ055	Rectangle 0,16000 x 0,08000	2,0000	2. D+L	-1,2162	1,3000	3.4-1	0,9355	$V = -1,0582 \text{ t}$, $CM = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CD = 1$

VIGA LONG PISO 1: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{bz} MPa	Capacity F_{bz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ055	Rectangle 0,16000 x 0,08000	2,0000	2. D+L	-12,1538	12,2749	3.3-1	0,9901	$L_b = 2 \text{ m}$, $M_z = -0,42303 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $Cfu = 1$, $CM(Fb) = 1$, $CL = 0,98199$, $CF(Fb) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1$

VIGA LONG PISO 1: Weak Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{by} MPa	Capacity F_{by} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ058	Rectangle 0,16000 x 0,08000	1,5000	8. D+0.7E »+X	-1,5321	23,0000	3.3-1	0,0666	$My = -0,02666 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $Cfu = 1$, $CM(Fb) = 1$, $CL = 1$, $CF(Fb) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$

5.6.3.3 Cordón superior e inferior de cerchas

VIGA TRANSVERSAL CERCHA: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
BmX022	Rectangle 0,16000 x 0,08000	2,9250	10. 0.6D+0.7E »+X	0,1087	1,0000	3.9-4	0,1087	$F_x = -0,29567 \text{ t}$, $KL_z = 1,5000 \text{ m}$, $KL_y = 3 \text{ m}$, $L_b = 3 \text{ m}$, $M_z = 0,00025 \text{ t-m}$, $M_y = -2,43\text{E-}006 \text{ t-m}$, $F_{cE1} = 33,332 \text{ MPa}$, $F_{cE2} = 2,0833 \text{ MPa}$, $F_{bE} = 31,857 \text{ MPa}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz}' = 18,677 \text{ MPa}$, $F_{by}' = 23 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,93384$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

VIGA TRANSVERSAL CERCHA: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_a MPa	Capacity F_a MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX022	Rectangle 0,16000 x 0,08000	3,0000	10. 0.6D+0.7E »+X	-0,2268	2,0246	3.6.3	0,1120	$F_x = -0,29602 \text{ t}$, $KL_z = 1,5000 \text{ m}$, $KL_y = 3 \text{ m}$, $F_{c*} = 16 \text{ MPa}$, $F_{cE} = 2,0833 \text{ MPa}$, $CM(F_c) = 1$, $C_t = 1$, $CF(F_c) = 1$, $C_i = 1$, $CP = 0,12654$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CD = 1,6000$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

VIGA TRANSVERSAL CERCHA: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{bz} MPa	Capacity F_{bz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX008	Rectangle 0,16000 x 0,08000	0,7500	D+L+Lr	-0,1632	14,9624	3.3-1	0,0109	$L_b = 3 \text{ m}$, $M_z = -0,00568 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,95760$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,2500$

VIGA TRANSVERSAL CERCHA: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{vy} MPa	Capacity F_{vy} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX042	Rectangle 0,16000 x 0,08000	1,5000	1. D	-0,0071	1,1700	3.4-1	0,0060	$V = -0,00615 \text{ t}$, $CM = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CD = 0,90000$

VIGA TRANSVERSAL CERCHA: Weak Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{vz} MPa	Capacity F_{vz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX036	Rectangle 0,16000 x 0,08000	3,0000	8. D+0.7E »+Z	0,0158	2,0800	3.4-1	0,0076	$V = 0,01374 \text{ t}$, $CM = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CD = 1,6000$

5.6.3.4 Diagonales de cercha

DIAGONALES CERCHA TRAN: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
V060	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,0465	6. D+0.75(L+0.6W+Lr) »-Y	0,0357	1,0000	3.9-4	0,0357	$F_x = -0,07108 \text{ t}$, $KL_z = 0,93005 \text{ m}$, $KL_y = 0,93005 \text{ m}$, $L_b = 0,93005 \text{ m}$, $M_z = 0,00003 \text{ t-m}$, $M_y = 0 \text{ t-m}$, $F_{cE1} = 27,433 \text{ MPa}$, $F_{cE2} = 5,4189 \text{ MPa}$, $F_{bE} = 42,571 \text{ MPa}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz}' = 19,210 \text{ MPa}$, $F_{by}' = 20 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,96051$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

DIAGONALES CERCHA TRAN: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_a MPa	Capacity F_a MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V060	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,0000	6. D+0.75(L+0.6W+Lr) »-Y	-0,1938	4,9709	3.6.3	0,0390	$F_x = -0,07113 \text{ t}$, $KL_z = 0,93005 \text{ m}$, $KL_y = 0,93005 \text{ m}$, $F_{c*} = 16 \text{ MPa}$, $F_{cE} = 5,4189 \text{ MPa}$, $CM(F_c) = 1$, $C_t = 1$, $CF(F_c) = 1$, $C_i = 1$, $CP = 0,31068$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CD = 1,6000$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

DIAGONALES CERCHA TRAN: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{bz} MPa	Capacity F_{bz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V025	Rectangle 0,08000 x 0,08000	0,4650	1. D	0,0337	11,2157	3.3-1	0,0030	$L_b = 0,93005 \text{ m}$, $M_z = 0,00029 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99696$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 0,90000$

DIAGONALES CERCHA TRAN: Weak Flexure Check (continue)

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{by} MPa	Capacity F_{by} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V070	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,4650	10. 0.6D+0.7E »+Z	0,0586	20,0000	3.3-1	0,0029	$M_y = 0,00014 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 1$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$

5.6.3.5 Alfardas

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
V001	Rectangle 0,14000 x 0,05000	3,3393	3. D+Lr	0,3798	1,0000	3.9-1	0,3798	$F_x = 0,12239 \text{ t}$, $KL_z = 0,50000 \text{ m}$, $KL_y = 0,50000 \text{ m}$, $L_b = 0,50000 \text{ m}$, $M_z = -0,08825 \text{ t-m}$, $M_y = 0,00261 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz}^* = 15,625 \text{ MPa}$, $F_{bz}^{**} = 15,422 \text{ MPa}$, $F_{by}^* = 17,188 \text{ MPa}$, $F_{by}^{**} = 17,188 \text{ MPa}$, $CM(F_t) = 1$, $C_t = 1$, $CF(F_t) = 1$, $C_i = 1$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,98704$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,2500$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_a MPa	Capacity F_a MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V005	Rectangle 0,14000 x 0,05000	0,0000	5. D+0.6W »+X	-0,4672	13,6289	3.6.3	0,0343	$F_x = -0,33348 \text{ t}$, $KL_z = 0,50000 \text{ m}$, $KL_y = 0,50000 \text{ m}$, $F_c^* = 16 \text{ MPa}$, $F_{cE} = 29,296 \text{ MPa}$, $CM(F_c) = 1$, $C_t = 1$, $CF(F_c) = 1$, $C_i = 1$, $CP = 0,85180$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CD = 1,6000$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{bz} MPa	Capacity F_{bz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V009	Rectangle 0,14000 x 0,05000	3,3393	3. D+Lr	-5,3623	15,4225	3.3-1	0,3477	$L_b = 0,50000 \text{ m}$, $M_z = -0,08931 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,98704$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,2500$

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{vy} MPa	Capacity F_{vy} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V009	Rectangle 0,14000 x 0,05000	3,3393	3. D+Lr	-0,2959	1,6250	3.4-1	0,1821	$V = -0,14080 \text{ t}$, $CM = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CD = 1,2500$

Diseño Estructural
Parque Nacionales Naturales (PNN)
KATÍOS SAUTATÁ

Check Summary

Ratio	Check	Provided	Required	Combination
----- Footing -----				
✓ 0.042	X Flexure (-Z)	53.72 kN-m	2.25 kN-m	CM+CV
✓ 0.037	X Flexure (+Z)	53.72 kN-m	2.01 kN-m	CM+CV
✓ 0.036	Z Flexure (-X)	58.52 kN-m	2.13 kN-m	CM+CV
✓ 0.036	Z Flexure (+X)	58.52 kN-m	2.13 kN-m	CM+CV
✓ 0.000	Shear (-Z)	56.26 kN	0 kN	CM+CV
✓ 0.000	Shear (+Z)	56.26 kN	0 kN	CM+CV
✓ 0.000	Shear (-X)	60.7 kN	0 kN	CM+CV
✓ 0.000	Shear (+X)	60.7 kN	0 kN	CM+CV
✓ 0.399	Min Steel Z	800 mm²	319.1 mm²	CM+CV
✓ 0.399	Min Steel X	800 mm²	319.1 mm²	CM+CV
✓ 0.506	Min Strain Z	0.0079	0.0040	CM+CV
✓ 0.457	Min Strain X	0.0088	0.0040	CM+CV
✓ 0.157	Punching Shear	0.93 MPa	0.15 MPa	CM+CV
----- Pedestal -----				
✓ 0.103	Axial	1073 kN	111 kN	CM+CV
✓ 0.056	Biaxial Bending	0.056	1.000	CM+CV+FSXX
✓ 0.003	Shear X	224.4 kN	0.6 kN	CM+CV+FSXX
✓ 0.004	Shear Z	224.4 kN	1 kN	CM+CV+FSYY
----- Interface -----				
✓ 0.065	Bearing (footing)	1702 kN	111 kN	CM+CV
✓ 0.082	Bearing (pedestal)	1354 kN	111 kN	CM+CV
✓ 0.000	Tension	429.2 kN	0 kN	CM+CV
✓ 0.000	Dowel Dev (ftg)	22.5 cm	0 cm	CM+CV
✓ 0.000	Dowel Dev (ped)	55 cm	0 cm	CM+CV
✓ 0.396	Min Steel	1135 mm²	450 mm²	CM+CV

Criteria

Use basic criteria from common project settings	Yes
Building Code	IBC 2018
Strength Load Combinations	IBC 2018 (Strength)
Stability Load Combinations	ASCE 7-16 (ASD)
Apply Sds Factor to Seismic Combinations for Ev	No
Factor of Safety: Overturning	1.50
Factor of Safety: Sliding	1.50
Factor of Safety: Uplift	1.50
Perimeter Skin Friction	0 kPa
Additional Uplift Resistance	0 kN
Allowable Bearing Pressure	150 kPa
Separate Allowable Pressure for Dead Only	No
Separate Allowable Pressure for Dead+Live Only	No
Separate Allowable Pressure for Wind/Seismic	No
Gross / Net (Allowable Bearing)	Gross
Friction Coefficient	0.40
Cohesion (@ soil interface)	0 kPa
Passive Soil Resistance (Fixed)	0 kN
Calculate Depth-Dependent Passive Pressure	No
Additional Sliding Resistance	0 kN
Concrete Weight	24 kN/m³
Parma beta (for biaxial)	0.65
Include footing weight in strength bearing pressure	Yes
Include overburden in strength bearing pressure	Yes

Strength Check Results Summary

Load Combination	Factored Axial (kN)	Factored Moment-X (kN-m)	Factored Moment-Z (kN-m)	Factored Shear-X (kN)	Factored Shear-Z (kN)	Factored Overburden (kPa)	Factored Footing Weight (kN)	Factored Pedestal Weight (kN)	Mu +X Cantilever (kN-m)
Set: New Load Set : CM+CV	111	0.8	0	0.03	0.03	0	2.59	0	2.13
Set: New Load Set : CM+CV+FSXX	7.1	2.4	0	-0.6	0.03	0	2.59	0	0.1
Set: New Load Set : CM+CV+FSYY	6	0	0.6	0.03	1	0	2.59	0	0.26
Load Combination	Mu -X Cantilever (kN-m)	Mu +Z Cantilever (kN-m)	Mu -Z Cantilever (kN-m)	Mu +X Cantilever (kN)	Mu -X Cantilever (kN)	Mu +Z Cantilever (kN)	Mu -Z Cantilever (kN)	Punching (kN)	Punching (MPa)
Set: New Load Set : CM+CV	2.13	2.01	2.25	0	0	0	0	29.21	0.15
Set: New Load Set : CM+CV+FSXX	0.27	0	0.91	0	0	0	0	2.83	0.11
Set: New Load Set : CM+CV+FSYY	0.07	0.31	0.03	0	0	0	0	0.04	0.05
Load Combination	Pu Pedestal (kN)	Mu-X Pedestal (kN-m)	Mu-Z Pedestal (kN-m)	Vu-X Pedestal (kN)	Vu-Z Pedestal (kN)	Vu-X Pedestal (kN)	Vu-Z Pedestal (kN)	Reqd dowel dev (footing) (cm)	Reqd dowel dev (pedestal) (cm)
Set: New Load Set : CM+CV	111	0.78	0.01	0.03	0.03	0.03	0.03	51.5	42.05
Set: New Load Set : CM+CV+FSXX	7.1	2.38	0.36	0.6	0.03	0.03	0.03	51.5	42.05
Set: New Load Set : CM+CV+FSYY	6	0.6	0.62	0.03	1	0.03	0.03	51.5	42.05

Capacity Calcs

Footing X-Direction Capacity

General Section Calcs (ACI 318-14 13.3.3.1», 7.5.2.1», 22.3», 22.2)

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 F_c b_w} = \frac{(800 \text{ mm}^2)(420 \text{ MPa})}{0.85 (14 \text{ MPa})(0.6 \text{ m})} = 0.05 \text{ m}$$

$$\beta_1 = 0.850 \quad (F'_c \leq 4000 \text{ psi})$$

$$x = a / \beta_1 = (0.05 \text{ m}) / (0.850) = 0.06 \text{ m}$$

Capacity Calcs (ACI 318-14 13.3.3.1», 7.5.2.1», 7.5.3.1», 22.3», 22.2, 7.6.1.1, 22.5.5.1, 19.2.4, 21.2)

$$\lambda = 1.0 \quad (\text{normal weight concrete})$$

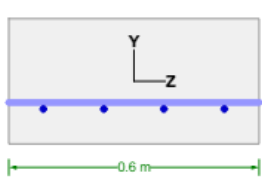
$$\phi M_n = \phi A_s f_y (d - a / 2) = (0.90)(800 \text{ mm}^2)(420 \text{ MPa})[(0.22 \text{ m}) - (0.05 \text{ m}) / 2] = 58.52 \text{ kN-m}$$

$$\phi V_c = \phi 2 \lambda \sqrt{F'_c} b_w d = (0.750) 2 (1.0) \sqrt{14 \text{ MPa}} (0.6 \text{ m})(0.22 \text{ m}) = 60.7 \text{ kN}$$

$$A_{smin} = \frac{0.0018 (60000)}{f_y} A_g = \frac{0.0018 (60000)}{(420 \text{ MPa})} (0.18 \text{ m}^2) = 319.1 \text{ mm}^2$$

$$\rho_t = 0.003 \left(\frac{d}{a / \beta_1} - 1 \right) = 0.003 \left[\frac{(0.22 \text{ m})}{(0.05 \text{ m}) / (0.850)} - 1 \right] = 0.0088$$

Development (ACI 318-14 13.2.8.1», 25.4.2)



$$\psi_t = 1.0 \quad (12 \text{ inches or less cast below} - 2.95 \text{ inches})$$

$$\psi_e = 1.0 \quad (\text{bar not epoxy coated})$$

$$\psi_s = 0.80 \quad (\text{bars are \#6 or smaller})$$

$$\lambda = 1.0 \quad (\text{normal weight concrete})$$

$$s / 2 = (0.11 \text{ m}) / 2 = 0.05 \text{ m}$$

$$\text{cover} + d_b / 2 = (75 \text{ mm}) + (15.88 \text{ mm}) / 2 = 82.94 \text{ mm}$$

$$c_b = 54.27 \text{ mm} \quad (\text{lesser of half spacing, ctr to surface})$$

$$K_{tr} = 0.0 \quad (\text{no transverse reinforcement})$$

$$\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} = \frac{(54.27 \text{ mm}) + (0.0)}{(15.88 \text{ mm})} = 3.4183$$

$$l_d = \left(\frac{3}{40} \frac{f_y}{\lambda \sqrt{F'_c}} \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{2.5} \right) d_b = \left[\frac{3}{40} \frac{(420 \text{ MPa})}{(1.0) \sqrt{14 \text{ MPa}}} \frac{(1.0)(1.0)(0.80)}{2.5} \right] (15.88 \text{ mm}) = 51.5 \text{ cm}$$

Capacity Calcs (continued)

Footing Z-Direction Capacity

General Section Calcs (ACI 318-14 13.3.3.1», 7.5.2.1», 22.3», 22.2)

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 F'_c b_w} = \frac{(800 \text{ mm}^2)(420 \text{ MPa})}{0.85 (14 \text{ MPa})(0.6 \text{ m})} = 0.05 \text{ m}$$

$$\beta_1 = 0.850 \quad (F'_c \leq 4000 \text{ psi})$$

$$x = a / \beta_1 = (0.05 \text{ m}) / (0.850) = 0.06 \text{ m}$$

Capacity Calcs (ACI 318-14 13.3.3.1», 7.5.2.1», 7.5.3.1», 22.3», 22.2, 7.6.1.1, 22.5.5.1, 19.2.4, 21.2)

$$\lambda = 1.0 \quad (\text{normal weight concrete})$$

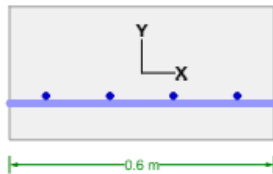
$$\phi M_n = \phi A_s f_y (d - a / 2) = (0.90)(800 \text{ mm}^2)(420 \text{ MPa})[(0.2 \text{ m}) - (0.05 \text{ m}) / 2] = 53.72 \text{ kN-m}$$

$$\phi V_c = \phi 2 \lambda \sqrt{F'_c} b_w d = (0.750) 2 (1.0) \sqrt{14 \text{ MPa}} (0.6 \text{ m})(0.2 \text{ m}) = 56.26 \text{ kN}$$

$$A_{smin} = \frac{0.0018 (60000)}{f_y} A_g = \frac{0.0018 (60000)}{420 \text{ MPa}} (0.18 \text{ m}^2) = 319.1 \text{ mm}^2$$

$$\rho_l = 0.003 \left(\frac{d}{a / \beta_1} - 1 \right) = 0.003 \left[\frac{(0.2 \text{ m})}{(0.05 \text{ m}) / (0.850)} - 1 \right] = 0.0079$$

Development (ACI 318-14 13.2.8.1», 25.4.2)



$$\psi_t = 1.0 \quad (12 \text{ inches or less cast below} - 2.95 \text{ inches})$$

$$\psi_e = 1.0 \quad (\text{bar not epoxy coated})$$

$$\psi_s = 0.80 \quad (\text{bars are \#6 or smaller})$$

$$\lambda = 1.0 \quad (\text{normal weight concrete})$$

$$s / 2 = (0.11 \text{ m}) / 2 = 0.05 \text{ m}$$

$$\text{cover} + d_b / 2 = (75 \text{ mm}) + (15.88 \text{ mm}) / 2 = 82.94 \text{ mm}$$

$$c_b = 54.27 \text{ mm} \quad (\text{lesser of half spacing, ctr to surface})$$

$$K_{tr} = 0.0 \quad (\text{no transverse reinforcement})$$

$$\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} = \frac{(54.27 \text{ mm}) + (0.0)}{(15.88 \text{ mm})} = 3.4183$$

$$l_d = \left(\frac{3}{40} \frac{f_y}{\lambda \sqrt{F'_c}} \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{2.5} \right) d_b = \left[\frac{3}{40} \frac{(420 \text{ MPa})}{(1.0) \sqrt{14 \text{ MPa}}} \frac{(1.0)(1.0)(0.80)}{2.5} \right] (15.88 \text{ mm}) = 51.5 \text{ cm}$$

Capacity Calcs (continued)

Footing Punching Shear Capacity

Punching Shear (ACI 318-14 13.3.3.1», 8.5.3.1.2», 22.6.5, 22.6.1.2, 21.2.1)

$$\alpha_s = 20.0 \quad (\text{corner column})$$

$$\lambda = 1.0 \quad (\text{normal weight concrete})$$

$$(a) \quad v_c = 4 \lambda \sqrt{F'_c} = 4 (1.0) \sqrt{14 \text{ MPa}} = 1.24 \text{ MPa}$$

$$(b) \quad v_c = \left(2 + \frac{4}{\beta} \right) \lambda \sqrt{F'_c} = \left[2 + \frac{4}{(1.0)} \right] (1.0) \sqrt{14 \text{ MPa}} = 1.86 \text{ MPa}$$

$$(c) \quad v_c = \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o} \right) \lambda \sqrt{F'_c} = \left[2 + \frac{(20.0)(0.21 \text{ m})}{(1.2 \text{ m})} \right] (1.0) \sqrt{14 \text{ MPa}} = 1.7 \text{ MPa}$$

$$\phi V_n = \phi v_c = (0.750)(1.24 \text{ MPa}) = 0.93 \text{ MPa}$$

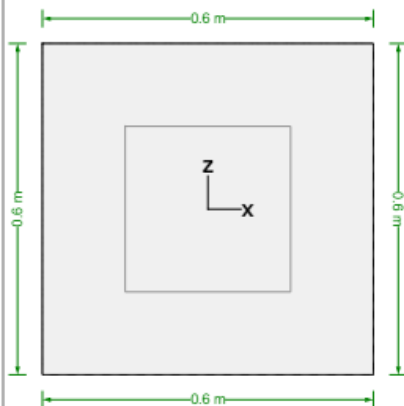
Values needed for check (ACI 318-14 8.4.4.2.2, 8.4.2.3.2, R8.4.4.2.3)

$$\gamma_{vx} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{b_y}{b_x}}} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{(0.6 \text{ m})}{(0.6 \text{ m})}}} = 0.40$$

$$\gamma_{vz} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{b_x}{b_z}}} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{(0.6 \text{ m})}{(0.6 \text{ m})}}} = 0.40$$

$$J_x = 3193172714 \text{ mm}^4 \quad (\text{calculated from ACI 318 R8.4.2.2.3})$$

$$J_z = 3193172714 \text{ mm}^4 \quad (\text{calculated from ACI 318 R8.4.2.2.3})$$



Pedestal Shear Capacity

Shear - X (ACI 318-14 22.5.6.1, 22.5.10.5.3, 22.5.1.1, 21.2)

$$\phi V_c = \phi 2 \left[1 + \frac{N_u}{2000 A_g} \right] \lambda \sqrt{F'_c} b_w d = (0.750) 2 \left[1 + \frac{(0 \text{ kN})}{2000 (0.09 \text{ m}^2)} \right] (1.0) \sqrt{21 \text{ MPa}} (0.3 \text{ m}) (0.23 \text{ m}) = 39 \text{ kN}$$

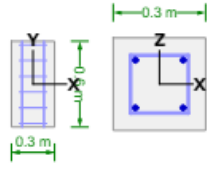
$$\phi V_s = \phi \frac{A_v f_{yt} d}{s} = (0.750) \frac{(258.1 \text{ mm}^2) (420 \text{ MPa}) (0.23 \text{ m})}{(0.1 \text{ m})} = 185.2 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = (39 \text{ kN}) + (185.2 \text{ kN}) = 224.2 \text{ kN}$$

Shear - Z (ACI 318-14 22.5.6.1, 22.5.10.5.3, 22.5.1.1, 21.2)

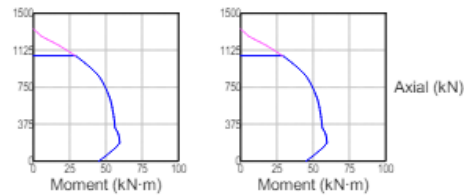
$$\phi V_c = \phi 2 \left[1 + \frac{N_u}{2000 A_g} \right] \lambda \sqrt{F'_c} b_w d = (0.750) 2 \left[1 + \frac{(0 \text{ kN})}{2000 (0.09 \text{ m}^2)} \right] (1.0) \sqrt{21 \text{ MPa}} (0.3 \text{ m}) (0.23 \text{ m}) = 39 \text{ kN}$$

$$\phi V_s = \phi \frac{A_v f_{yt} d}{s} = (0.750) \frac{(258.1 \text{ mm}^2) (420 \text{ MPa}) (0.23 \text{ m})}{(0.1 \text{ m})} = 185.2 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = (39 \text{ kN}) + (185.2 \text{ kN}) = 224.2 \text{ kN}$$


Capacity Calcs (continued)

Pedestal Axial + Flexural Capacity



Axial (ACI 318-14 22.4.2)

$$P_o = 0.85 F'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$$

$$= 0.85 (21 \text{ MPa}) [(0.09 \text{ m}^2) - (1135 \text{ mm}^2)] + (420 \text{ MPa}) (1135 \text{ mm}^2)$$

$$= 2063 \text{ kN}$$

$$\phi P_{nmax} = 0.80 \phi P_o = 0.80 (0.650) (2063 \text{ kN}) = 1073 \text{ kN}$$

$$\rho_g = A_{st} / A_g = (1135 \text{ mm}^2) / (0.09 \text{ m}^2) = 0.0126$$

$$\gamma_{Xaxis} = 0.5185 \quad (\text{ratio extreme bar distance Z to width Z})$$

$$\gamma_{Zaxis} = 0.5185 \quad (\text{ratio extreme bar distance X to width X})$$

Capacity Calcs (continued)

Footing-Pedestal Interface Capacity

Compressive Force Transfer (Footing) (ACI 318-14 16.3.3.4, 16.3.1.2, 22.8.3.2)

$$A_2 = 0.36 \text{ m}^2 \quad (\text{modified footing area})$$

$$A_1 = 0.09 \text{ m}^2 \quad (\text{column area})$$

$$\sqrt{A_2 / A_1} (0.85 F'_c A_2) = \sqrt{(0.36 \text{ m}^2) / (0.09 \text{ m}^2)} [0.85 (14 \text{ MPa}) (0.09 \text{ m}^2)] = 2142 \text{ kN} \rightarrow \text{controls}$$

$$2 (0.85 F'_c A_1) = 2 [0.85 (14 \text{ MPa}) (0.09 \text{ m}^2)] = 2142 \text{ kN}$$

$$\phi P_{nc} = \phi B_n = (0.650) (2142 \text{ kN}) = 1392 \text{ kN}$$

$$\phi P_{ns} = \phi A_s f_y = (0.650) (1135 \text{ mm}^2) (420 \text{ MPa}) = 310 \text{ kN}$$

$$\phi P_{nb} = \phi P_{nc} + \phi P_{ns} = (1392 \text{ kN}) + (310 \text{ kN}) = 1702 \text{ kN}$$

Dowel Development Into Footing (Compression) (ACI 318-14 16.3.5.4(c), 25.4.9)

$$\psi_r = 1.0 \quad (\text{no confining reinforcement})$$

$$\lambda = 1.0 \quad (\text{normal weight concrete})$$

$$l_{dc} = \left(\frac{f_y \psi_r}{50 \lambda \sqrt{F'_c}} \right) d_b = \left[\frac{(420 \text{ MPa}) (1.0)}{50 (1.0) \sqrt{14 \text{ MPa}}} \right] (19.05 \text{ mm}) = 51.5 \text{ cm}$$

$$l_{dc} = 0.0003 f_y \psi_r d_b = 0.0003 (420 \text{ MPa}) (1.0) (19.05 \text{ mm}) = 34.81 \text{ cm}$$

$$l_{dc} = 51.5 \text{ cm} \quad (\text{max value governs})$$

Dowel Development Into Footing (Tension) (ACI 318-14 13.2.8.1, 25.4.3)

$$\psi_e = 1.0 \quad (\text{uncoated hooked bars})$$

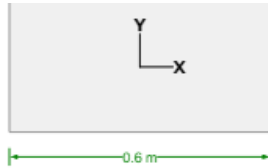
$$\psi_c = 0.70 \quad (\text{based on side cover and extension cover})$$

$$\psi_r = 1.0 \quad (\text{no confining reinforcement})$$

$$\lambda = 1.0 \quad (\text{normal weight concrete})$$

$$l_{dh} = \left(\frac{f_y \psi_e \psi_c \psi_r}{50 \lambda \sqrt{F'_c}} \right) d_b = \left[\frac{(420 \text{ MPa}) (1.0) (0.70) (1.0)}{50 (1.0) \sqrt{14 \text{ MPa}}} \right] (19.05 \text{ mm}) = 36.05 \text{ cm}$$

$$8 d_b = 8 (19.05 \text{ mm}) = 6.0 \quad (\text{minimum limit, does not control})$$



Compressive Force Transfer (Column) (ACI 318-14 16.3.3.4, 16.3.1.2, 22.8.3.2)

$$B_n = 0.85 F'_c A_1 = 0.85 (21 \text{ MPa}) (0.09 \text{ m}^2) = 1607 \text{ kN} \quad (\text{supporting surface not larger than loaded area})$$

$$\phi P_{nc} = \phi B_n = (0.650) (1607 \text{ kN}) = 1044 \text{ kN}$$

$$\phi P_{ns} = \phi A_s f_y = (0.650) (1135 \text{ mm}^2) (420 \text{ MPa}) = 310 \text{ kN}$$

$$\phi P_{nb} = \phi P_{nc} + \phi P_{ns} = (1044 \text{ kN}) + (310 \text{ kN}) = 1354 \text{ kN}$$

Tension Force Transfer (ACI 318-14 16.3.1.2, 22.4.3.1)

$$\phi P_{nt} = \phi f_y A_{st} = (0.90) (420 \text{ MPa}) (1135 \text{ mm}^2) = 429.2 \text{ kN}$$

Minimum Steel Across Interface (ACI 318-14 16.3.4.1)

$$A_{smin} = 0.005 A_1 = 0.005 (0.09 \text{ m}^2) = 450 \text{ mm}^2$$

Dowel Development Into Pedestal (Compression) (ACI 318-14 25.4.9)

$$\psi_r = 1.0 \quad (\text{no confining reinforcement})$$

$$\lambda = 1.0 \quad (\text{normal weight concrete})$$

$$l_{dc} = \left(\frac{f_y \psi_r}{50 \lambda \sqrt{F'_c}} \right) d_b = \left[\frac{(420 \text{ MPa}) (1.0)}{50 (1.0) \sqrt{21 \text{ MPa}}} \right] (19.05 \text{ mm}) = 42.05 \text{ cm}$$

$$l_{dc} = 0.0003 f_y \psi_r d_b = 0.0003 (420 \text{ MPa}) (1.0) (19.05 \text{ mm}) = 34.81 \text{ cm}$$

$$l_{dc} = 42.05 \text{ cm} \quad (\text{max value governs})$$

Dowel Development Into Pedestal (Tension) (ACI 318-14 13.2.8.1, 25.4.2.3)

$$\psi_t = 1.0 \quad (\text{bars are not horizontal})$$

$$\psi_e = 1.0 \quad (\text{bar not epoxy coated})$$

$$\psi_s = 0.80 \quad (\text{bars are #6 or smaller})$$

$$\lambda = 1.0 \quad (\text{normal weight concrete})$$

$$s / 2 = (0.19 \text{ m}) / 2 = 0.09 \text{ m}$$

$$\text{cover} + d_b / 2 = (50 \text{ mm}) + (19.05 \text{ mm}) / 2 = 59.53 \text{ mm}$$

$$c_b = 59.53 \text{ mm} \quad (\text{lesser of half spacing, ctr to surface})$$

$$K_{tr} = 0.0 \quad (\text{no transverse reinforcement})$$

$$\frac{c_b + K_{tr}}{d_b} = \frac{(59.53 \text{ mm}) + (0.0)}{(19.05 \text{ mm})} = 3.1247$$

$$l_d = \left(\frac{3}{40} \cdot \frac{f_y}{\lambda \sqrt{F'_c}} \cdot \frac{\psi_t \psi_e \psi_s}{2.5} \right) d_b = \left[\frac{3}{40} \cdot \frac{(420 \text{ MPa})}{(1.0) \sqrt{21 \text{ MPa}}} \cdot \frac{(1.0)(1.0)(0.80)}{2.5} \right] (19.05 \text{ mm}) = 50.46 \text{ cm}$$

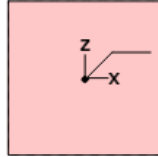
Strength Checks [Load Set: New Load Set Combination: CM+CV]

Factored Loads

Axial Force	111 kN
Moment X	0.8 kN-m
Moment Z	0 kN-m
Shear X	0.03 kN
Shear Z	0.03 kN
Overburden	0 kPa
Footing Weight	2.59 kN
Pedestal Weight	0 kN

Resultant location (X,Z) = (0 m, -0.01 m)

293.3 kPa 294.6 kPa



Resultant = 113.6 kN (factored)

336.5 kPa 337.8 kPa

Max pressure (factored) = 337.8 kPa

(Includes effects of overburden and footing weight)

Reinforcement Limits

Min Steel Check (ACI 318-14 7.6.1.1)

$$A_s = 800 \text{ mm}^2 \geq A_{smin} = 319.1 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

Min Steel Check (ACI 318-14 7.6.1.1)

$$A_s = 800 \text{ mm}^2 \geq A_{smin} = 319.1 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

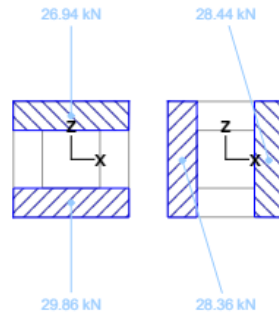
Min Strain Check (ACI 318-14 7.3.3.1)

$$\epsilon_t = 0.0088 \geq \epsilon_{tmin} = 0.0040 \quad \checkmark$$

Min Strain Check (ACI 318-14 7.3.3.1)

$$\epsilon_t = 0.0079 \geq \epsilon_{tmin} = 0.0040 \quad \checkmark$$

Footing Flexure



Z-Flexure (+X side)

$$M_{z2} = R_{z2} d_{z2} = (28.44 \text{ kN})(75.01 \text{ mm}) = 2.13 \text{ kN-m}$$

$$\phi M_n = 58.52 \text{ kN-m} \geq M_u = 2.13 \text{ kN-m} \quad \checkmark$$

Z-Flexure (-X side)

$$M_{z1} = R_{z1} d_{z1} = (28.36 \text{ kN})(74.99 \text{ mm}) = 2.13 \text{ kN-m}$$

$$\phi M_n = 58.52 \text{ kN-m} \geq M_u = 2.13 \text{ kN-m} \quad \checkmark$$

X-Flexure (+Z side)

$$M_{x1} = R_{x1} d_{x1} = (29.86 \text{ kN})(75.41 \text{ mm}) = 2.25 \text{ kN-m}$$

$$\phi M_n = 53.72 \text{ kN-m} \geq M_u = 2.01 \text{ kN-m} \quad \checkmark$$

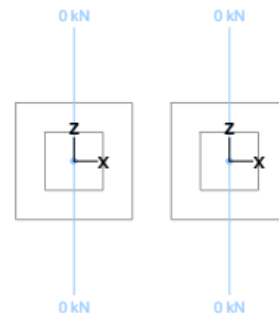
X-Flexure (-Z side)

$$M_{x2} = R_{x2} d_{x2} = (26.94 \text{ kN})(74.55 \text{ mm}) = 2.01 \text{ kN-m}$$

$$\phi M_n = 53.72 \text{ kN-m} \geq M_u = 2.25 \text{ kN-m} \quad \checkmark$$

Strength Checks [Load Set: New Load Set Combination: CM+CV] (continued)

Footing Shear



Shear (+X side)

$$V_{x2} = R_{x2} = (0 \text{ kN}) = 0 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 60.7 \text{ kN} \geq V_u = 0 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Shear (-X side)

$$V_{x1} = R_{x1} = (0 \text{ kN}) = 0 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 60.7 \text{ kN} \geq V_u = 0 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Shear (+Z side)

$$V_{z2} = R_{z2} = (0 \text{ kN}) = 0 \text{ kN}$$

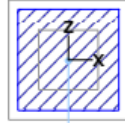
$$\phi V_n = 56.26 \text{ kN} \geq V_u = 0 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Shear (-Z side)

$$V_{z1} = R_{z1} = (0 \text{ kN}) = 0 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 56.26 \text{ kN} \geq V_u = 0 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Footing Punching Shear



81.79 kN

Punching Shear Check (ACI 318-14 8.5.1.1(d), R8.4.4.2.3)

$$P_{\text{punching}} = P_{\text{total}} + W_p - P_{\text{perimeter}} = (111 \text{ kN}) + (0 \text{ kN}) - (81.79 \text{ kN}) = 29.21 \text{ kN}$$

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} + \frac{\gamma_{yx} M_{yx} \phi_x}{J_x} + \frac{\gamma_{yz} M_{yz} \phi_y}{J_y}$$

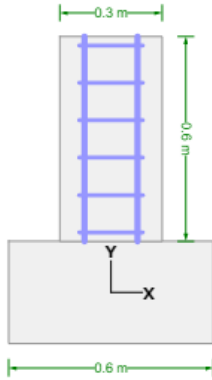
$$= \frac{(29.21 \text{ kN})}{(1.2 \text{ m})(0.21 \text{ m})} + \frac{(0.40)(0.78 \text{ kN}\cdot\text{m})(0.3 \text{ m})}{(3193172714 \text{ mm}^4)} + \frac{(0.40)(0.01 \text{ kN}\cdot\text{m})(0.3 \text{ m})}{(3193172714 \text{ mm}^4)}$$

$$= 0.15 \text{ MPa}$$

$$\phi V_n = 0.93 \text{ MPa} \geq v_u = 0.15 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Strength Checks [Load Set: New Load Set Combination: CM+CV] (continued)

Interface



Compressive Force Transfer (Footing) (ACI 318-14 22.8.3.1, 16.3.1.2a)

$$\phi P_{nb} = 1702 \text{ kN} \geq P_{ub} = 111 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Tension Force Transfer (ACI 318-14 16.3.1.2b)

$$\phi P_{nt} = 429.2 \text{ kN} \geq P_{ut} = 0 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Dowel Development (Footing) (ACI 318-14 25.4)

$$P_{us} = 0.0 \quad (\text{concrete bearing is sufficient: } \phi P_{nc} \geq P_{ub})$$

$$\text{ratio} = P_{us} / \phi P_{ns} = (0 \text{ kN}) / (310 \text{ kN}) = 0.0$$

$$l_d = 22.5 \text{ cm} \geq l_{d\text{req_dow}} = 0 \text{ cm} \quad \checkmark$$

Compressive Force Transfer (Pedestal) (ACI 318-14 22.8.3.1, 16.3.1.2a)

$$\phi P_{nb} = 1354 \text{ kN} \geq P_{ub} = 111 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Minimum Steel Across Joint (ACI 318-14 16.3.4.1)

$$A_s = 1135 \text{ mm}^2 \geq A_{s\text{min}} = 450 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

Dowel Development (Pedestal) (ACI 318-14 25.4)

$$P_{us} = 0.0 \quad (\text{concrete bearing is sufficient: } \phi P_{nc} \geq P_{ub})$$

$$\text{ratio} = P_{us} / \phi P_{ns} = (0 \text{ kN}) / (310 \text{ kN}) = 0.0$$

$$l_d = 55 \text{ cm} \geq l_{d\text{req_dow}} = 0 \text{ cm} \quad \checkmark$$

Pedestal

Axial/Flexure (ACI 318-14 22.4)

$$\phi P_{n\text{max}} = 1073 \text{ kN} \geq P_u = 111 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$\text{BiaxialUnity} = \frac{M_{0x}}{M_{0y}} + \frac{M_{0y}}{M_{0x}} \left[\frac{1 - \beta_1}{\beta_1} \right] = \frac{(0.78 \text{ kN}\cdot\text{m})}{(54.46 \text{ kN}\cdot\text{m})} + \frac{(0.01 \text{ kN}\cdot\text{m})}{(54.46 \text{ kN}\cdot\text{m})} \left[\frac{1 - (0.650)}{(0.650)} \right] = 0.0145$$

Shear Check (ACI 318-14 22.5.6.1, 22.5.1.1, 10.5.1.1c)

$$\phi V_c = \phi \left[2 \left(1 + \frac{N_u}{2000 A_g} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \right] = (0.750) 2 \left[1 + \frac{(111 \text{ kN})}{2000 (0.09 \text{ m}^2)} \right] (1.0) \sqrt{21 \text{ MPa}} (0.3 \text{ m}) (0.23 \text{ m}) = 42.49 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = (42.49 \text{ kN}) + (185.2 \text{ kN}) = 227.7 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 227.7 \text{ kN} \geq V_u = 0.03 \text{ kN} \quad \checkmark$$

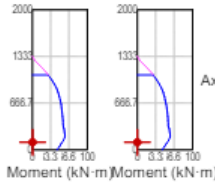
Axial (kN)

Shear Check (ACI 318-14 22.5.6.1, 22.5.1.1, 10.5.1.1c)

$$\phi V_c = \phi \left[2 \left(1 + \frac{N_u}{2000 A_g} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_w d \right] = (0.750) 2 \left[1 + \frac{(111 \text{ kN})}{2000 (0.09 \text{ m}^2)} \right] (1.0) \sqrt{21 \text{ MPa}} (0.3 \text{ m}) (0.23 \text{ m}) = 42.49 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = (42.49 \text{ kN}) + (185.2 \text{ kN}) = 227.7 \text{ kN}$$

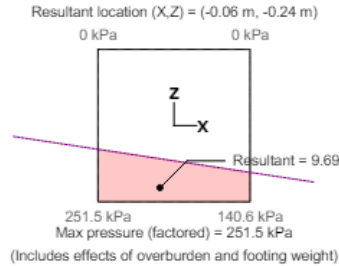
$$\phi V_n = 227.7 \text{ kN} \geq V_u = 0.03 \text{ kN} \quad \checkmark$$



Strength Checks [Load Set: New Load Set Combination: CM+CV+FSXX]

Factored Loads

Axial Force	7.1 kN
Moment X	2.4 kN-m
Moment Z	0 kN-m
Shear X	-0.6 kN
Shear Z	0.03 kN
Overburden	0 kPa
Footing Weight	2.59 kN
Pedestal Weight	0 kN



Reinforcement Limits

Min Steel Check (ACI 318-14 7.6.1.1)

$$A_s = 800 \text{ mm}^2 \geq A_{smin} = 319.1 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

Min Steel Check (ACI 318-14 7.6.1.1)

$$A_s = 800 \text{ mm}^2 \geq A_{smin} = 319.1 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

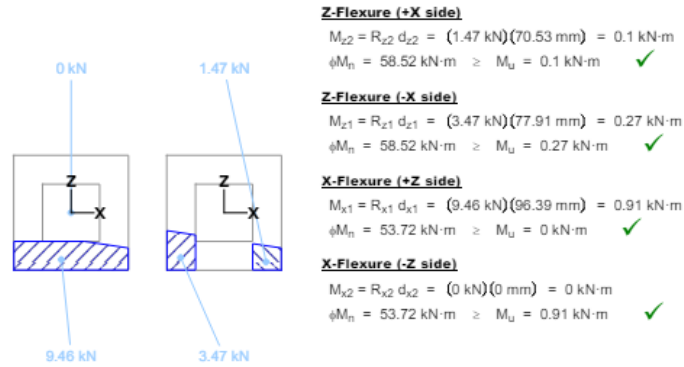
Min Strain Check (ACI 318-14 7.3.3.1)

$$\epsilon_t = 0.0088 \geq \epsilon_{tmin} = 0.0040 \quad \checkmark$$

Min Strain Check (ACI 318-14 7.3.3.1)

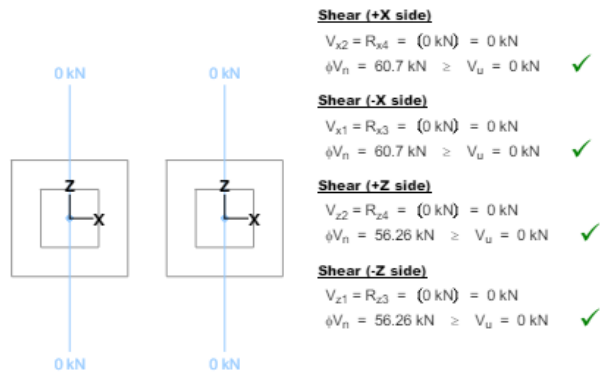
$$\epsilon_t = 0.0079 \geq \epsilon_{tmin} = 0.0040 \quad \checkmark$$

Footing Flexure

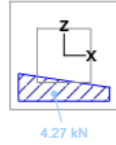


Strength Checks [Load Set: New Load Set Combination: CM+CV+FSXX] (continued)

Footing Shear



—Footing Punching Shear—



Punching Shear Check (ACI 318-14 8.5.1.1(d), R8.4.4.2.3)

$$P_{\text{punching}} = P_{\text{total}} + W_p - P_{\text{perimeter}} = (7.1 \text{ kN}) + (0 \text{ kN}) - (4.27 \text{ kN}) = 2.83 \text{ kN}$$

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} + \frac{\gamma_{yx} M_{ux} \theta_x}{J_x} + \frac{\gamma_{yz} M_{uy} \theta_y}{J_y}$$

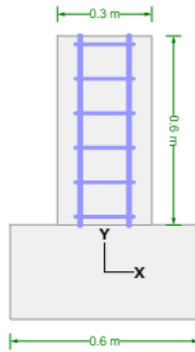
$$= \frac{(2.83 \text{ kN})}{(1.2 \text{ m})(0.21 \text{ m})} + \frac{(0.40)(2.38 \text{ kN}\cdot\text{m})(0.3 \text{ m})}{(3193172714 \text{ mm}^4)} + \frac{(0.40)(0.36 \text{ kN}\cdot\text{m})(0.3 \text{ m})}{(3193172714 \text{ mm}^4)}$$

$$= 0.11 \text{ MPa}$$

$$\phi V_n = 0.93 \text{ MPa} \geq v_u = 0.11 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

Strength Checks [Load Set: New Load Set Combination: CM+CV+FSXX] (continued)

—Interface—



Compressive Force Transfer (Footing) (ACI 318-14 22.8.3.1, 16.3.1.2a)

$$\phi P_{nb} = 1702 \text{ kN} \geq P_{ub} = 7.1 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Tension Force Transfer (ACI 318-14 16.3.1.2b)

$$\phi P_{nt} = 429.2 \text{ kN} \geq P_{ut} = 0 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Dowel Development (Footing) (ACI 318-14 25.4)

$$P_{us} = 0.0 \quad (\text{concrete bearing is sufficient: } \phi P_{nc} \geq P_{ub})$$

$$\text{ratio} = P_{us} / \phi P_{ns} = (0 \text{ kN}) / (310 \text{ kN}) = 0.0$$

$$l_d = 22.5 \text{ cm} \geq l_{d\text{req_dow}} = 0 \text{ cm} \quad \checkmark$$

Compressive Force Transfer (Pedestal) (ACI 318-14 22.8.3.1, 16.3.1.2a)

$$\phi P_{nb} = 1354 \text{ kN} \geq P_{ub} = 7.1 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Minimum Steel Across Joint (ACI 318-14 16.3.4.1)

$$A_s = 1135 \text{ mm}^2 \geq A_{s\text{min}} = 450 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

Dowel Development (Pedestal) (ACI 318-14 25.4)

$$P_{us} = 0.0 \quad (\text{concrete bearing is sufficient: } \phi P_{nc} \geq P_{ub})$$

$$\text{ratio} = P_{us} / \phi P_{ns} = (0 \text{ kN}) / (310 \text{ kN}) = 0.0$$

$$l_d = 55 \text{ cm} \geq l_{d\text{req_dow}} = 0 \text{ cm} \quad \checkmark$$

—Pedestal—

Axial/Flexure (ACI 318-14 22.4)

$$\phi P_{n\text{max}} = 1073 \text{ kN} \geq P_u = 7.1 \text{ kN} \quad \checkmark$$

$$\text{BiaxialUnity} = \frac{M_{ux}}{M_{0x}} + \frac{M_{uy}}{M_{0y}} \left[\frac{1-\beta}{\beta} \right] = \frac{(2.38 \text{ kN}\cdot\text{m})}{(45.73 \text{ kN}\cdot\text{m})} + \frac{(0.36 \text{ kN}\cdot\text{m})}{(45.73 \text{ kN}\cdot\text{m})} \left[\frac{1-(0.650)}{(0.650)} \right] = 0.0563$$

Shear Check (ACI 318-14 22.5.6.1, 22.5.1.1, 10.5.1.1e)

$$\phi V_c = \phi 2 \left[1 + \frac{N_u}{2000 A_g} \right] \lambda \sqrt{f'_c} b_w d = (0.750) 2 \left[1 + \frac{(7.1 \text{ kN})}{2000 (0.09 \text{ m}^2)} \right] (1.0) \sqrt{21 \text{ MPa}} (0.3 \text{ m})(0.23 \text{ m}) = 39.23 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = (39.23 \text{ kN}) + (185.2 \text{ kN}) = 224.4 \text{ kN}$$

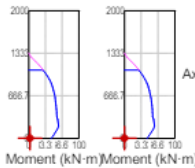
$$\phi V_n = 224.4 \text{ kN} \geq V_u = 0.6 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Shear Check (ACI 318-14 22.5.6.1, 22.5.1.1, 10.5.1.1e)

$$\phi V_c = \phi 2 \left[1 + \frac{N_u}{2000 A_g} \right] \lambda \sqrt{f'_c} b_w d = (0.750) 2 \left[1 + \frac{(7.1 \text{ kN})}{2000 (0.09 \text{ m}^2)} \right] (1.0) \sqrt{21 \text{ MPa}} (0.3 \text{ m})(0.23 \text{ m}) = 39.23 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s = (39.23 \text{ kN}) + (185.2 \text{ kN}) = 224.4 \text{ kN}$$

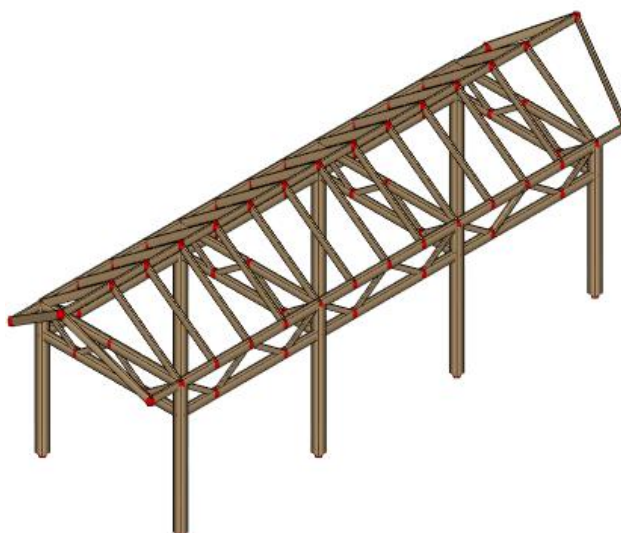
$$\phi V_n = 224.4 \text{ kN} \geq V_u = 0.03 \text{ kN} \quad \checkmark$$



7. DISEÑO DE CASETAS (CUARTO UTIL, LAVANDERIA)

7.1 Modelo estructural

Para estas estructuras se trabaja con las cargas anteriormente descritas en el numeral 3.3 para las cabañas y la zona de comedor, ya que se encuentran ubicadas en la misma zona y con características similares, siendo estas estructuras de casetas, sistemas más simples y de un comportamiento más homogéneo.



7.2 Secciones

Se presentan a continuación las secciones propuestas para los elementos principales.

ELEMENTO	CONFIGURACIÓN	ANCHO [mm]	ALTURA [mm]	TIPO
CUERDA SUPERIOR CUBIERTA (ALFARDA)	SIMPLE	40	140	ASERRADA
CERCHA TRANSVERSAL (CORDON SUP E INF)	DOBLE	40	160	ASERRADA
DIAGONALES DE CERCHA	SIMPLE	40	90	ASERRADA
CERCHA LONGITUDINAL (CORDON SUP E INF)	DOBLE	40	160	ASERRADA
COLUMNA	SIMPLE	160	160	LAMINADA

7.3 Análisis sísmico

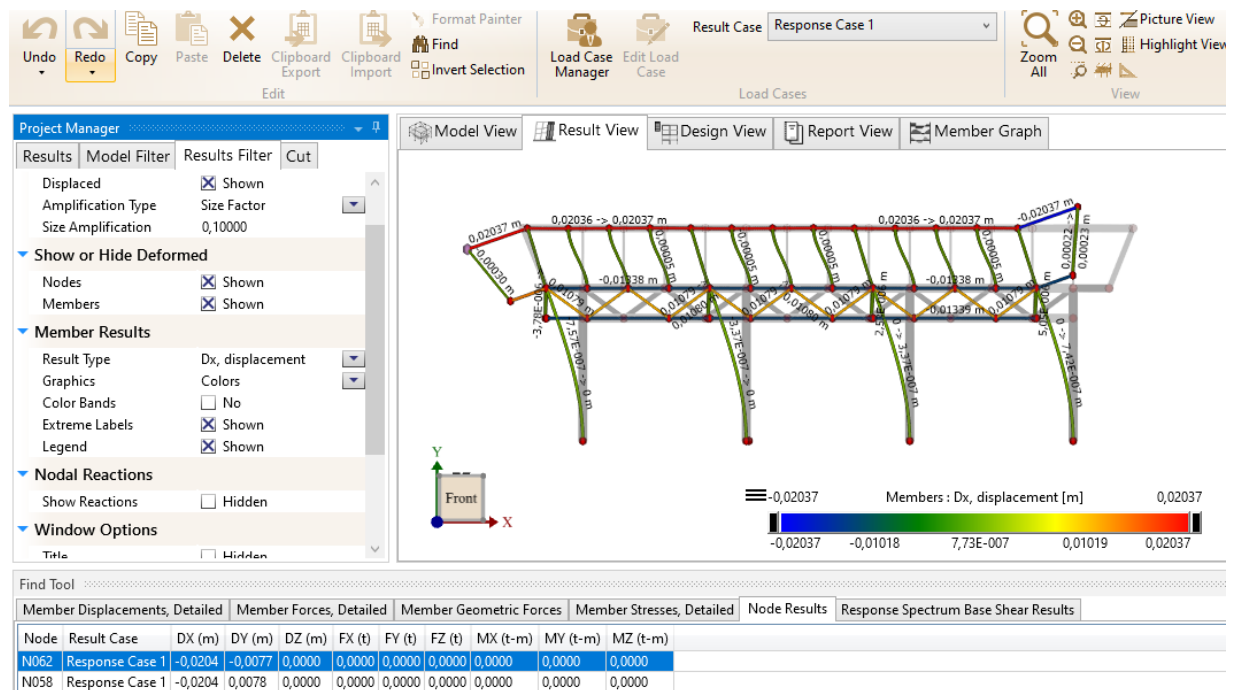
El análisis sísmico se realizó utilizando el Método del Análisis Dinámico Elástico Espectral. A continuación, se muestran los porcentajes de participación de masa en las dos direcciones principales.

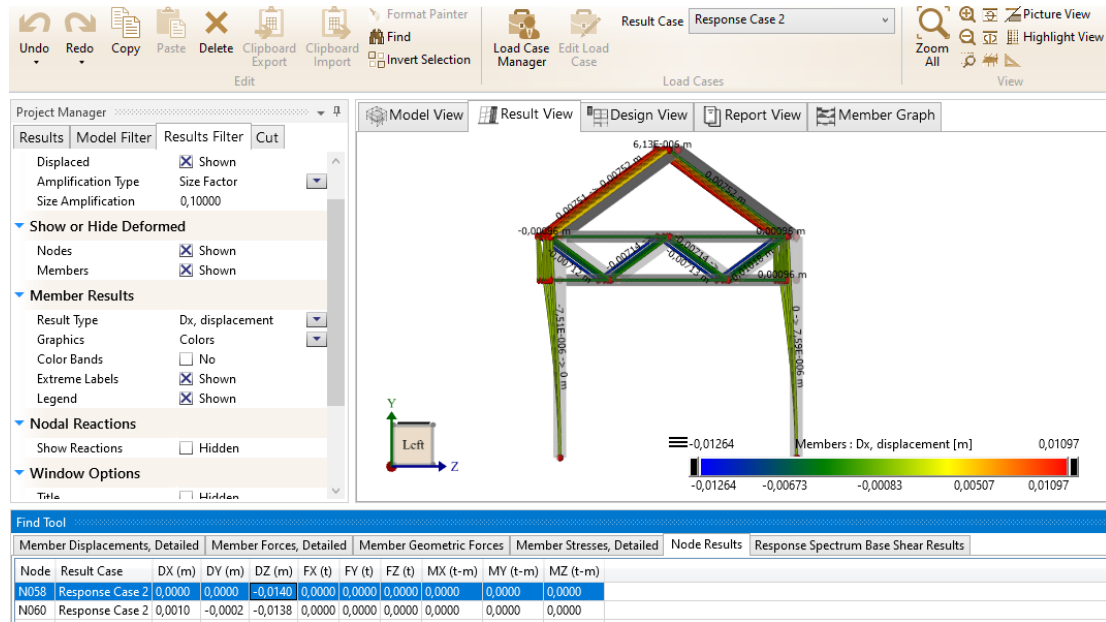
Modal Results/Participation

Mode Shape Name	frequency (Hz)	Period (Seconds)	X Part	Y Part	Z Part	X Mass t	Y Mass t	Z Mass t
Mode Shape Set 1 Mode 1	3,9134	0,25553	0,8172	0,0000	0,0000	0,7975	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 2	4,9311	0,20279	0,0000	0,0000	0,7118	0,0000	0,0000	0,6946
Mode Shape Set 1 Mode 3	5,3200	0,18797	0,0000	0,0000	0,1232	0,0000	0,0000	0,1202
Mode Shape Set 1 Mode 4	6,2434	0,16017	0,0000	0,0000	0,0034	0,0000	0,0000	0,0034
Mode Shape Set 1 Mode 5	6,6565	0,15023	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 6	7,2776	0,13741	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000	0,0000	0,0014
Mode Shape Set 1 Mode 7	9,0779	0,11016	0,0249	0,0000	0,0000	0,0243	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 8	12,478	0,08014	0,0000	0,0000	0,0004	0,0000	0,0000	0,0003
Mode Shape Set 1 Mode 9	13,323	0,07506	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 10	13,837	0,07227	0,0000	0,0000	0,0032	0,0000	0,0000	0,0031
Mode Shape Set 1 Mode 11	17,266	0,05792	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 12	17,275	0,05789	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 13	17,362	0,05760	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 14	17,463	0,05726	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 15	17,476	0,05722	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Totals			0,8421	0,0000	0,8434	0,8218	0,0000	0,8230

7.4 Desplazamientos

Para la verificación de derivas se toma un $R=1$; es decir, la fuerza sísmica no es reducida. Se procede a identificar los mayores desplazamientos en la estructura en sus direcciones principales, aunque debido a que es una estructura de un nivel la norma establece que el sistema no debe cumplir derivas, es importante reconocer los posibles desplazamientos de la estructura para contemplarlos en los acabados propuestos.

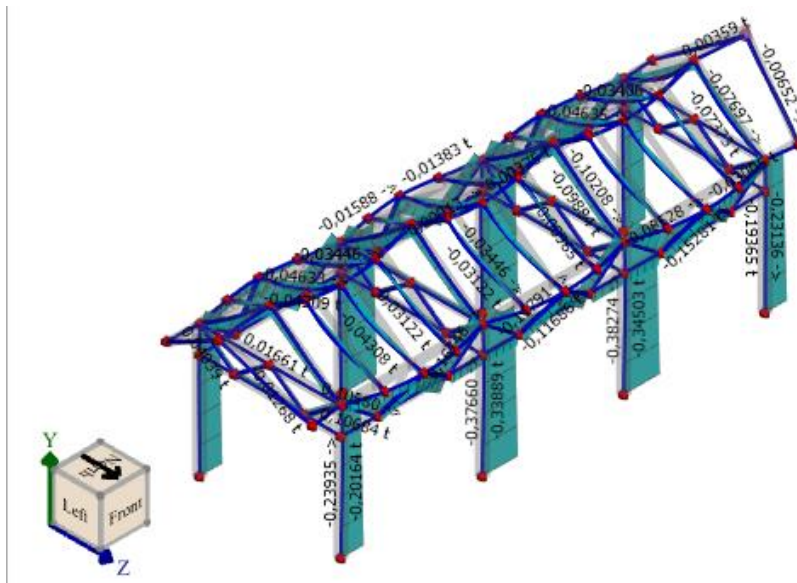




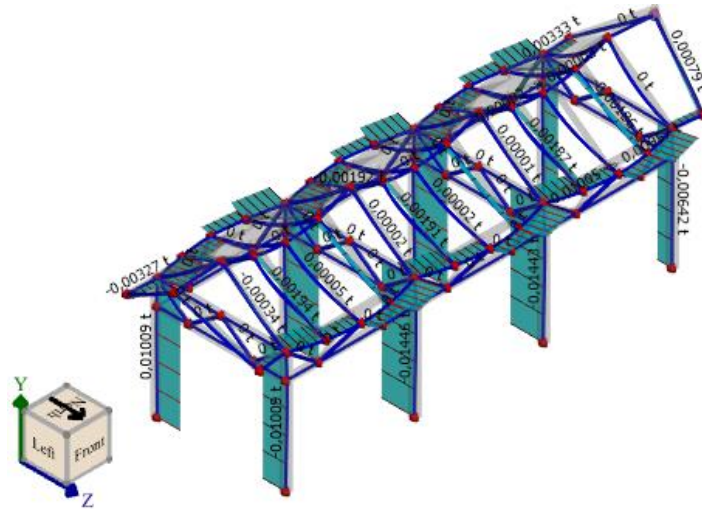
7.5 Fuerzas internas

Se presentan a continuación las fuerzas internas en los elementos de la sección del pórtico típico con mayor sollicitación ante la envolvente de las combinaciones de servicio.

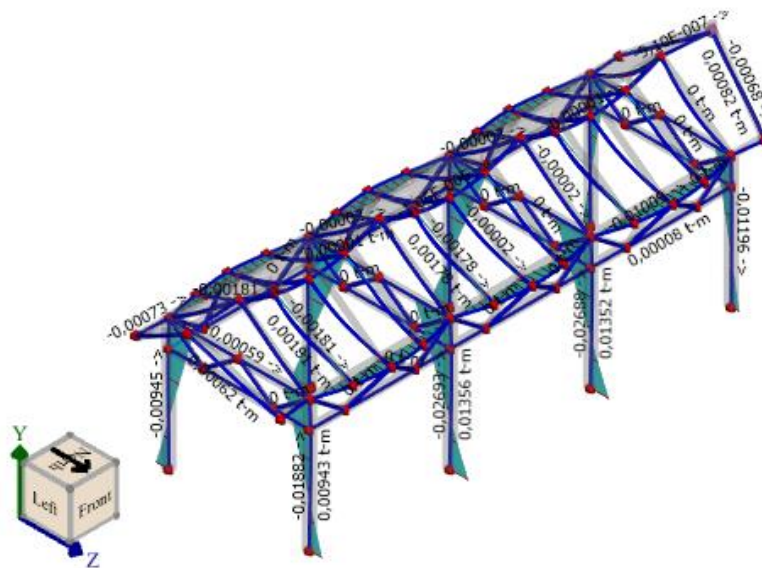
7.5.1 Fuerza axial



7.5.2 Fuerza cortante



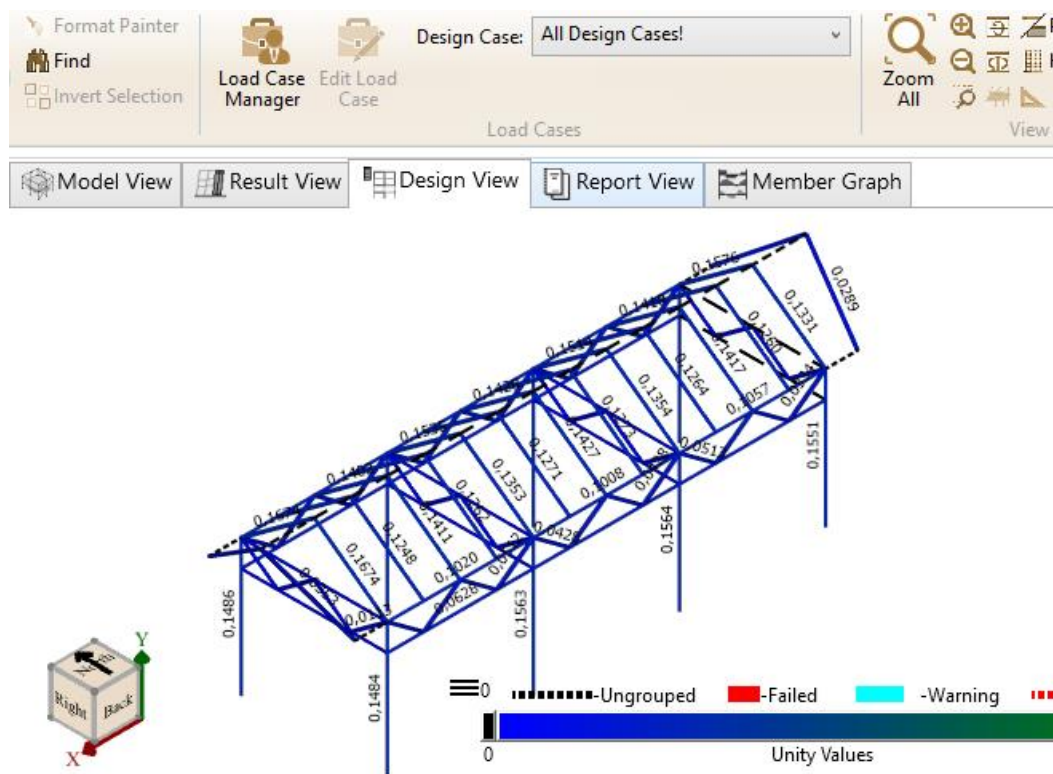
7.5.3 Momento



7.6 Diseño de elementos

7.6.1 Demanda/Capacidad

Se presenta a continuación el esquema de Demanda/Capacidad de la estructura y del pórtico con mayor solicitación.



7.6.2 Consideraciones de arriostramiento

Con base en las condiciones físicas de cada elemento se contemplan los arriostramientos presentes para cada uno. Se describen a continuación:

- **Arriostramiento en alfardas:** Se contemplan las correas como arriostramiento del elemento, estas correas se encuentran espaciadas cada 1,00 entre ejes.

7.6.3 Chequeo de elementos

7.6.3.1 Columnas

COLUMNAS: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
COL011	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	8. D+0.7E »+X	0,1566	1,0000	3.9-3	0,1566	Fx = -0,37439 t, KLz = 2,4418 m, KLy = 2,4418 m, Lb = 2,8000 m, Mz = -0,20059 t-m, My = 0,01357 t-m, FcE1 = 12,579 MPa, FcE2 = 12,579 MPa, FbE = 135,66 MPa, E'min = 3564 MPa, Fbz' = 19,830 MPa, Fby' = 21 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,99151, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000, Kz = 0,87207, Ky = 0,87207

COLUMNAS: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fa MPa	Capacity Fa MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL013	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	D+L+Lr	-0,2399	8,6643	3.6-3	0,0277	Fx = -0,62634 t, KLz = 2,4418 m, KLy = 2,4418 m, Fc* = 12,500 MPa, FcE = 12,579 MPa, CM(Fc) = 1, Ct = 1, CF(Fc) = 1, Ci = 1, CP = 0,69314, CM(E) = 1, CT = 1, Cfu = 1, CD = 1,2500, Kz = 0,87207, Ky = 0,87207

COLUMNAS: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fbz MPa	Capacity Fbz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL009	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	8. D+0.7E »+X	-2,9311	19,8303	3.3-1	0,1478	Lb = 2,8000 m, Mz = -0,20404 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,99151, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000

COLUMNAS: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvy MPa	Capacity Fvy MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL001	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	8. D+0.7E »+X	0,0509	2,0800	3.4-1	0,0245	V = 0,08857 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1,6000

COLUMNAS: Weak Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvz MPa	Capacity Fvz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL013	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	8. D+0.7E »+Z	-0,0620	2,0800	3.4-1	0,0298	V = -0,10793 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1,6000

7.6.3.2 Cordón superior e inferior de cerchas

VIGA TRANSVERSAL CERCHA: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
BmX005	Rectangle 0,16000 x 0,08000	0,7500	D+L+Lr	0,1057	1,0000	3.9-3	0,1057	$F_x = -0,14475 \text{ t}$, $KL_z = 0,75000 \text{ m}$, $KL_y = 3 \text{ m}$, $L_b = 3 \text{ m}$, $M_z = 0,02960 \text{ t-m}$, $M_y = 0,01352 \text{ t-m}$, $F_{cE1} = 133,33 \text{ MPa}$, $F_{cE2} = 2,0833 \text{ MPa}$, $F_{bE} = 31,857 \text{ MPa}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz'} = 14,962 \text{ MPa}$, $F_{by'} = 17,969 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,95760$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,2500$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

VIGA TRANSVERSAL CERCHA: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_a MPa	Capacity F_a MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX018	Rectangle 0,16000 x 0,08000	0,0000	D+L+Lr	-0,1405	2,0065	3.6.3	0,0700	$F_x = -0,18336 \text{ t}$, $KL_z = 0,75000 \text{ m}$, $KL_y = 3 \text{ m}$, $F_c^* = 12,500 \text{ MPa}$, $F_{cE} = 2,0833 \text{ MPa}$, $CM(F_c) = 1$, $C_t = 1$, $CF(F_c) = 1$, $C_i = 1$, $CP = 0,16052$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CD = 1,2500$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

VIGA TRANSVERSAL CERCHA: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{bz} MPa	Capacity F_{bz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX005	Rectangle 0,16000 x 0,08000	0,7500	D+L+Lr	0,8506	14,9624	3.3-1	0,0568	$L_b = 3 \text{ m}$, $M_z = 0,02960 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,95760$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,2500$

VIGA TRANSVERSAL CERCHA: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{vy} MPa	Capacity F_{vy} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX014	Rectangle 0,16000 x 0,08000	1,5000	3. D+Lr	-0,0791	1,6250	3.4-1	0,0487	$V = -0,06886 \text{ t}$, $CM = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CD = 1,2500$

7.6.3.3 Diagonales de cercha

DIAGONALES CERCHA LONG: Combined Check

(extreme rows: max)

Memb er	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
V013	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,8836	D+L+Lr	0,1345	1,0000	3.9-4	0,1345	$F_x = -0,26750 \text{ t}$, $KL_z = 0,93005 \text{ m}$, $KL_y = 0,93005 \text{ m}$, $L_b = 0,93005 \text{ m}$, $M_z = 0,00003 \text{ t-m}$, $M_y = 0 \text{ t-m}$, $F_{cE1} = 27,433 \text{ MPa}$, $F_{cE2} = 5,4189 \text{ MPa}$, $F_{bE} = 42,571 \text{ MPa}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz'} = 15,203 \text{ MPa}$, $F_{by'} = 15,625 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,97298$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,2500$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

DIAGONALES CERCHA LONG: Axial Check

(extreme rows: max)

Memb er	Section	Offset m	Result Case	Demand f_a MPa	Capacity F_a MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V013	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,9301	D+L+Lr	-0,7288	4,8154	3.6.3	0,1514	$F_x = -0,26755 \text{ t}$, $KL_z = 0,93005 \text{ m}$, $KL_y = 0,93005 \text{ m}$, $F_{c*} = 12,500 \text{ MPa}$, $F_{cE} = 5,4189 \text{ MPa}$, $CM(F_c) = 1$, $CT = 1$, $CF(F_c) = 1$, $C_i = 1$, $CP = 0,38523$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CD = 1,2500$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

DIAGONALES CERCHA LONG: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Memb er	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{bz} MPa	Capacity F_{bz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V025	Rectangle 0,08000 x 0,08000	0,4650	1. D	0,0337	11,2157	3.3-1	0,0030	$L_b = 0,93005 \text{ m}$, $M_z = 0,00029 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99696$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 0,90000$

DIAGONALES CERCHA LONG: Weak Flexure Check (continue

(extreme rows: ma

Memb er	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{by} MPa	Capacity F_{by} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V026	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,4650	8. D+0.7E »+Z	0,0586	20,0000	3.3-1	0,0029	$M_y = 0,00014 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 1$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$
V027	Rectangle 0,09000 x 0,04000	0,4650	8. D+0.7E »+Z	0,0586	20,0000	3.3-1	0,0029	$M_y = 0,00014 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 1$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$

7.6.3.4 Alfardas

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
V001	Rectangle 0,14000 x 0,05000	3,3393	3. D+Lr	0,3798	1,0000	3.9-1	0,3798	$F_x = 0,12239 \text{ t}$, $KL_z = 0,50000 \text{ m}$, $KL_y = 0,50000 \text{ m}$, $L_b = 0,50000 \text{ m}$, $M_z = -0,08825 \text{ t-m}$, $M_y = 0,00261 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz}^* = 15,625 \text{ MPa}$, $F_{bz}^{**} = 15,422 \text{ MPa}$, $F_{by}^* = 17,188 \text{ MPa}$, $F_{by}^{**} = 17,188 \text{ MPa}$, $CM(Ft) = 1$, $C_t = 1$, $CF(Ft) = 1$, $C_i = 1$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(Fb) = 1$, $CL = 0,98704$, $CF(Fb) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,2500$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_a MPa	Capacity F_a MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V005	Rectangle 0,14000 x 0,05000	0,0000	5. D+0.6W »+X	-0,4672	13,6289	3.6.3	0,0343	$F_x = -0,33348 \text{ t}$, $KL_z = 0,50000 \text{ m}$, $KL_y = 0,50000 \text{ m}$, $F_c^* = 16 \text{ MPa}$, $F_{cE} = 29,296 \text{ MPa}$, $CM(F_c) = 1$, $C_t = 1$, $CF(F_c) = 1$, $C_i = 1$, $CP = 0,85180$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CD = 1,6000$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand f_{bz} MPa	Capacity F_{bz} MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V009	Rectangle 0,14000 x 0,05000	3,3393	3. D+Lr	-5,3623	15,4225	3.3-1	0,3477	$L_b = 0,50000 \text{ m}$, $M_z = -0,08931 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(Fb) = 1$, $CL = 0,98704$, $CF(Fb) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,2500$

CORDON SUPERIOR CUBIERTA: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Memb er	Section	Offset m	Result Case	Demand fvy MPa	Capacity Fvy MPa	Code Reference	Unity Check	Details
V009	Rectangle 0,14000 x 0,05000	3,3393	3. D+Lr	-0,2959	1,6250	3.4-1	0,1821	V = -0,14080 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1,2500

7.7 Chequeo de deflexiones

La verificación de cumplimiento de deflexiones se realiza con base en la tabla G.3.2-1 del título G de la NSR 10 y se identifica cumplimiento por todos los elementos del sistema.

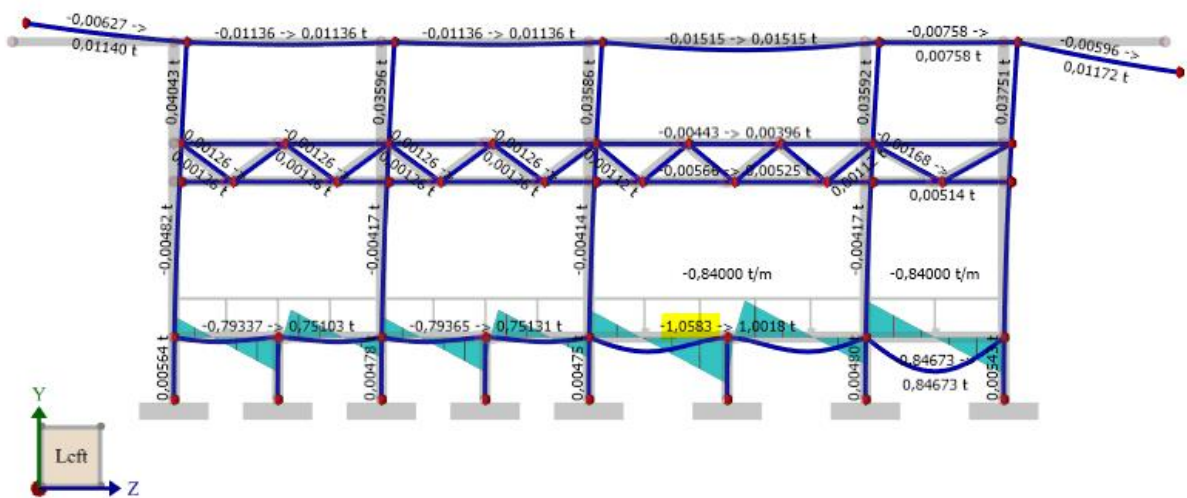
Tabla G.3.2-1
Deflexiones admisibles en vigas con Δ (mm)

Tipo de Construcción	Cargas Vivas ℓ/k^*	Viento o Granizo ℓ/k^*	Cargas Totales ℓ/k^*
Elementos de techo/Cubierta			
Cubiertas inclinadas	Nota 1	Nota 1	Nota 1
Cielorastos de pañete o yeso	$\ell/360$	$\ell/360$	$\ell/300$
Otros cielos rasos	$\ell/300$	$\ell/240$	$\ell/240$
Sin cielo raso	$\ell/300$	$\ell/240$	$\ell/240$
Techos planos	Nota 1	Nota 1	$\ell/300$
Elementos de entrepiso	$\ell/360$	—	$\ell/300$
Pisos rigidizados			$\ell/360$
Muros exteriores y particiones interiores			
Con acabados frágiles	—	$\ell/240$	—
Con acabados flexibles	—	$\ell/240$	—
Edificaciones industriales	—		$\ell/200$
Edificaciones provisionales			(3) $\ell/160$
Formaletas para concreto			(3) $\ell/360$ ó 3 mm
Forros para columnas - vigas			(3) $\ell/360$ ó 1.6 mm

8. DISEÑO DE CONEXIONES GENERALES DE ESTRUCTURAS PRINCIPALES

Para la propuesta de conexiones se toma los elementos con mayor sollicitación y con base a esta sollicitación se establece el tipo de conexión a utilizar.

8.1 Viga longitudinal de piso



Método de cálculo

☐ experimental Rothblaas

☒ ETA 09/0361

Accion cortante de diseño (Fv,d) kN

Viga principal: ancho (B) x alto (H) x mm

Ángulo viga principal (α) °

Viga secundaria: ancho (b) x alto (h) x mm

Ángulo viga secundaria (β) °

Soporte ALUMINI

MINI 65

MINI 95

MINI 125

MINI 155

MINI 185

MINI 215

Fijación viga principal

Tipo conectores

☒ Fijación total ☐ Fijación parcial

Fijación viga secundaria

Tipo conectores

Número de conectores

Longitud conectores

Separación conectores mm (i)

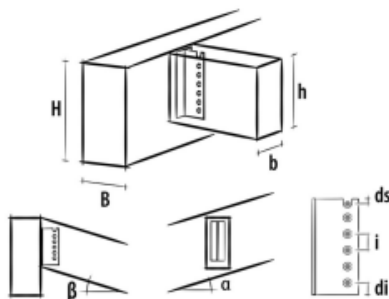
Distancia de las bordes del sopo (ds) mm (d)

Excentricidad mm (e)

RESUMEN SINTÉTICO RESULTADOS:

Resistencia característica final a cortante SOPORTE	RkALU	14,35	kN
Resistencia de diseño final a cortante SOPORTE	RdALU	8,61	kN
Comprobación global soporte ALU		0,93	CUMPLE

UNION SOPORTE OCULTO ALU



Soporte tipo ALU MINI 125 (cod. ALUMINI125)

Fijación alas con 15 HBS PLATE EVO - Tornillo cabeza troncocónica - 5x80 (cod. HBSPEVO)

Fijación alma con 3 Pasador autoperforante SBD - 7,5x55 (cod. SBD7555)



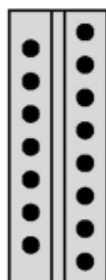
Marcado CE según ETA 09/0361

DATOS DE CÁLCULO

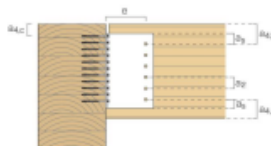
Cortante de diseño	$F_{v,d}$	=	10,00 kN
Clase de servicio	cl	=	1
Duración carga predominante	t_q	=	Corta
Factor de modificación k_{mod}	k_{mod}	=	0,90
Coefficiente de seguridad uniones	γ_M	=	1,50
Clase madera viga principal		=	Madera aserrada C30
Densidad madera viga principal	ρ_k	=	380 kg/m³
Ancho viga principal	B	=	160 mm
Altura viga principal	H	=	3000 mm
Ángulo viga principal	α	=	0,00°
Clase madera viga secundaria		=	Madera aserrada C30
Densidad madera viga secundaria	ρ_k	=	380 kg/m³
Ancho viga secundaria	b	=	80 mm
Altura viga secundaria	h	=	160 mm
Ángulo viga secundaria	α	=	0,00°

INSTRUCCIONES GRÁFICAS DE INSTALACIÓN

Esquema clavazón: total



Colocación recomendada del soporte:



secondary beam-timber		self-drilling dowel	
		SBD Ø7.5	
dowel-dowel	d_2 [mm]	$\geq 3 d$	≥ 23
dowel-top of beam	$d_{4,1}$ [mm]	$\geq 4 d$	≥ 30
dowel-bottom of beam	$d_{4,2}$ [mm]	$\geq 3 d$	≥ 23
dowel-bracket edge	d_6 [mm]	$\geq 3.2 d_2^{(1)}$	≥ 30
dowel-main beam	d [mm]		80
⁽¹⁾ Hole diameter.			
main beam-timber		HBS PLATE EVO Ø5 screw	
first connector-top of beam	$d_{4,1}$ [mm]	$\geq 5 d$	≥ 25

RESULTADOS DE CÁLCULO

DATOS DE ENTRADA:

Acción cortante	T	=	10 kN
Clase de servicio	cl	=	1
Duración carga predominante	tq	=	Corta
Factor de modificación kmod	kmod	=	0,9
Coefficiente de seguridad uniones	γM	=	1,5
Tipo madera viga principal		=	Madera aserrada C30
Densidad madera viga principal	ρk	=	380 kg/m³
Ancho viga principal	B	=	160 mm
Altura viga principal	H	=	3000 mm
Ángulo viga principal	α	=	0,00 °
Tipo madera viga secundaria		=	Madera aserrada C30
Densidad madera viga secundaria	ρk	=	380 kg/m³
Ancho viga secundaria	b	=	80 mm
Altura viga secundaria	h	=	160 mm
Ángulo viga secundaria	β	=	0,00 °
Tipo soporte		=	ALU MINI 125
Tipo conectores alas		=	HBSPLATE EVO
Tipo conectores alma		=	spinotto SBD
Tornillos:			
Tipo tornillo		=	HBS PLATE EVO - Tornillo cabeza troncocónica - 5x80
Diámetro rosca	d	=	5,0 mm
Longitud tornillo	lh	=	80 mm
Longitud rosca	lf	=	50 mm
Diámetro cuello	dg	=	3,7 mm
Diámetro núcleo	dn	=	3,4 mm
Diámetro cabeza tornillo	dh	=	9,7 mm
Número total tornillos	nc	=	15

Pasadores autoperforantes:

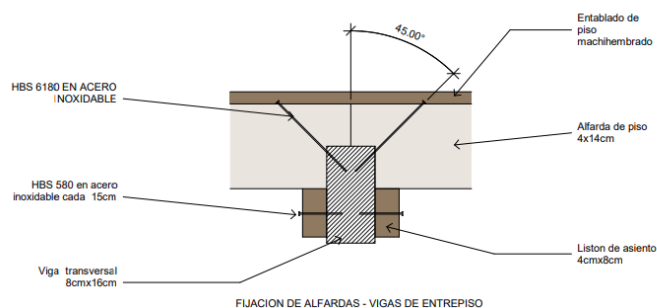
Resistencia última característica	fuk	=	0 N/mm²
Diámetro pasador	ds	=	7,5 mm
Longitud pasador	ls	=	55 mm
Longitud eficaz pasador	leff	=	47 mm
Número total pasadores	ns	=	3
Espesor fresado cabeza	spf	=	8 mm
Distancia eficaz pasadores-testa	a3eff	=	78,0 mm
Distancia mínima de cabeza-pasador superior	a3s	=	80 mm
Distancia mínima de cabeza-pasador inferior	a3i	=	80 mm
Coef. Reducción segun EN1995:1995	k3	=	0,99
Distancia eficaz pasadores-borde superior	a4sup	=	34,5 mm
Distancia mínima del borde-pasador superior	a4s	=	30 mm
Distancia eficaz pasadores-borde inferior	a4inf	=	24,5 mm
Distancia mínima del borde-pasador inferior	a4i	=	22 mm
Coef. Reducción segun EN1995:1995	k4	=	1,00
Distancia mínima del borde-pasador superior	a4s	=	30 mm
Distancia mínima del borde-pasador inferior	a4i	=	22 mm
Distancia mínima de cabeza-pasador superior	a3s	=	80 mm
Distancia mínima de cabeza-pasador inferior	a3i	=	80 mm

RESULTADOS DE CÁLCULO CON MÉTODO ETA:

Momento sobre alas	Jp	=	57094 mm⁴
Distancia HBS PLATE EVO - Tornillo cabeza troncocónica mas lejos	dmax	=	105 mm
Resistencia característica HBS PLATE EVO - Tornillo cabeza troncocónica a tracción	Rek,c	=	3,12 kN
Resistencia característica HBS PLATE EVO - Tornillo cabeza troncocónica a cortante	Rvk,c	=	2,44 kN
Resistencia característica a cortante SOPORTE lado HBS PLATE EVO - Tornillo cabeza troncocónica	RkALUf	=	17,38 kN
Resistencia característica Pasadores autoperforantes a cortante	Rvk,p	=	5,69 kN
Resistencia característica a cortante SOPORTE lado Pasadores autoperforantes	RkALUa	=	17,07 kN
Resistencia característica final a cortante SOPORTE	RkALU	=	17,07 kN
Resistencia de diseño final a cortante SOPORTE	RdALU	=	10,24 kN
Comprobación global soporte ALU		=	0,98 CUMPLE
Resistencia característica final a cortante SOPORTE	RkALU	=	17,07 kN
Resistencia de diseño final a cortante SOPORTE	RdALU	=	10,24 kN
Comprobación global soporte ALU		=	0,98 CUMPLE

8.2 Viguetas de entrepiso

Debido al desnivel presente entre las vigas principales y las viguetas, es necesario contemplar un listón de apoyo para las viguetas y un tornillo que logre generar el anclaje de los elementos.



8.3 Cordón superior e inferior de cercha a columna

WZU 90 / 155



CÓDIGO	B [mm]	P [mm]	H [mm]	s [mm]	n Ø5 [unid.]	n Ø11 [unid.]	n Ø13 [unid.]			unid.
1 WZU090	40	35	90	3,0	11	1	-	●	●	100
2 WZU155	40	50	155	3,0	14	-	3	●	●	100

8.4 Diagonales a Cordón superior e inferior

UNIONES PERNADAS

Grupo de Madera	GRUPO C
Carga actuante	150 Kg
Orientacion de la carga	40 °
Espesor de pieza central	4 cm
Espesor pieza lateral der.	4 cm
Espesor pieza lateral izq.	4 cm
Diametro perno (pulg.)	1/2 "
Union mediante	Madera
Diametro perno (cm.)	1,27 cm

Longitud perno	4	cm
P	301	Kg
P con platina metalica)	N/A	Kg
Q	91	Kg
Carga adm (N)	154	Kg
# de pernos	1	
# de pernos por linea	2	
Relacion L/d	3,1	
Factor de reduccion	1	
Carga adm reducida (Nadm)	154	Kg
Pernos solicitados	1,0	

Espaciamientos minimos

Elemento cargado paralelamente al grano

A lo largo del grano

S entre pernos	5,08 cm
Distancia al extremo en traccion	6,35 cm
Distancia al extremo en compresion	5,08 cm

Perpendicularmente a la direccion del grano

S entre lineas de pernos	2,54 cm
Distancia a los bordes	2,54 cm

Elemento cargado perpendicularmente al grano

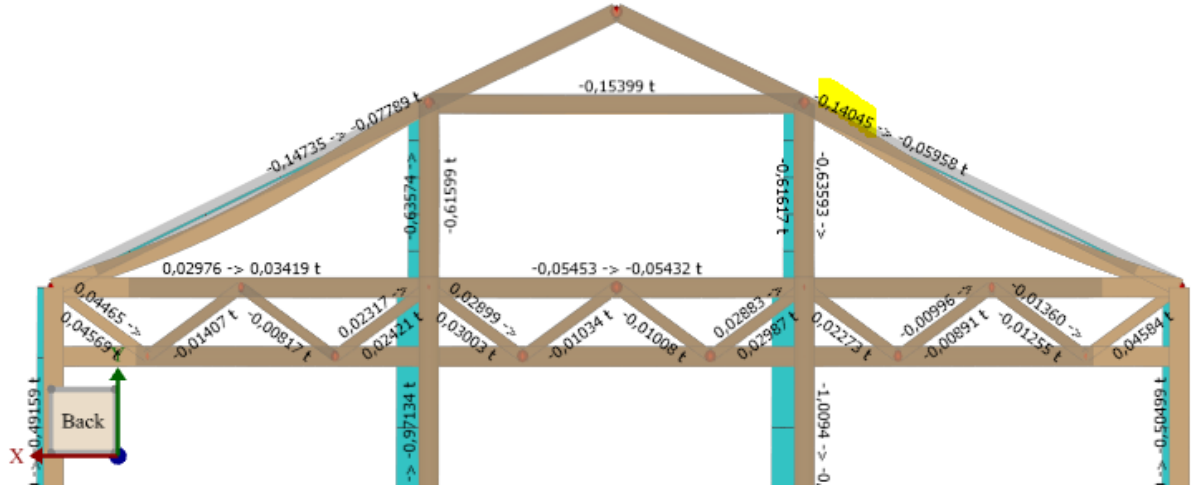
A lo largo del grano

S entre lineas de pernos	6,35 cm
--------------------------	---------

Perpendicularmente a la direccion del grano

S entre pernos	5,08 cm
Distancia al borde cargado	5,08 cm
Distancia al borde no cargado	2,54 cm

8.1 Alfardas a caballete



Uniones con tornillos de rosca completa VGS y VGZ

Tipo unión:

Posición tornillos:

Acción cortante de diseño (Fv,d): 1.4 kN

Viga principal: ancho (B) x alto (H): 82 x 160 mm

Tipo madera: Aserrada C20

Viga secundaria: ancho (B) x alto (H): 42 x 146 mm

Tipo madera: Aserrada C20

Ángulo en el plano vertical (α): 25 °

Ángulo en el plano horizontal (β): 0 °

Número de conectores: 1

Longitud mínima - máxima utilizable: 120 - 180 mm

Conectores todo rosca: VGZ EVO - Conector todo rosca de cabeza cilíndrica con revestimiento evo

Tipo: 7x180

Diámetro cuello / núcleo: 5 mm

Diámetro rosca: 7 mm

Longitud tornillo / rosca: 180 mm

Diámetro cabeza: 9.5 mm

Agujero previo (≤ diámetro núcleo)

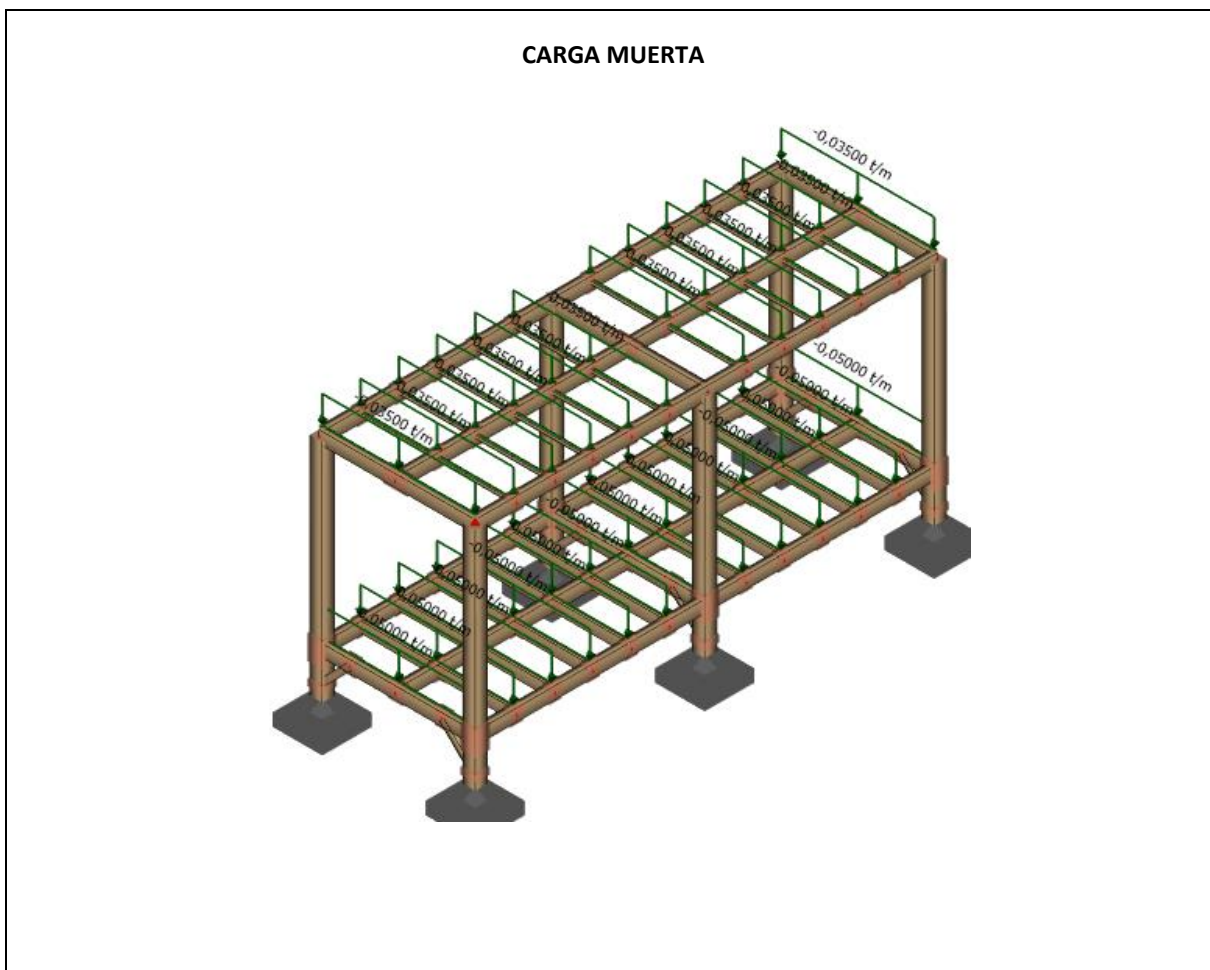
DATOS DE ENTRADA:			
Clase de servicio	cl	1	
Duración carga predominante	tq	Corta	
Factor de modificación kmod	kmod	0,90	
Acción cortante de diseño	Fv,d	1,40	kN
Ancho viga principal	B	82	mm
Altura viga principal	H	160	mm
Tipo madera viga principal		C20	
Ancho viga secundaria	b	42	mm
Altura viga secundaria	h	146	mm
Ángulo en el plano vertical - viga secundaria	α	25,00	°
Ángulo en el plano horizontal - viga secundaria	β	0,00	°
Tipo madera viga secundaria		C20	
TIPO CONECTOR:			
Tornillo...		7x180	
Diámetro rosca (nominal)	df	7,0	mm
Diámetro cuello	dc	5,0	mm
RESUMEN SINTÉTICO RESULTADOS:			
Resistencia característica a cortante de la entera unión	Fv,Rk	2,53	kN
Resistencia de diseño a cortante de la entera unión	Fv,Rd	1,52	kN
Comprobación		0,92	CUMPLE
Comprobación tensión de cortante sección secundaria		0,28	CUMPLE
Comprobación tensión de cortante solo hef		0,27	CUMPLE

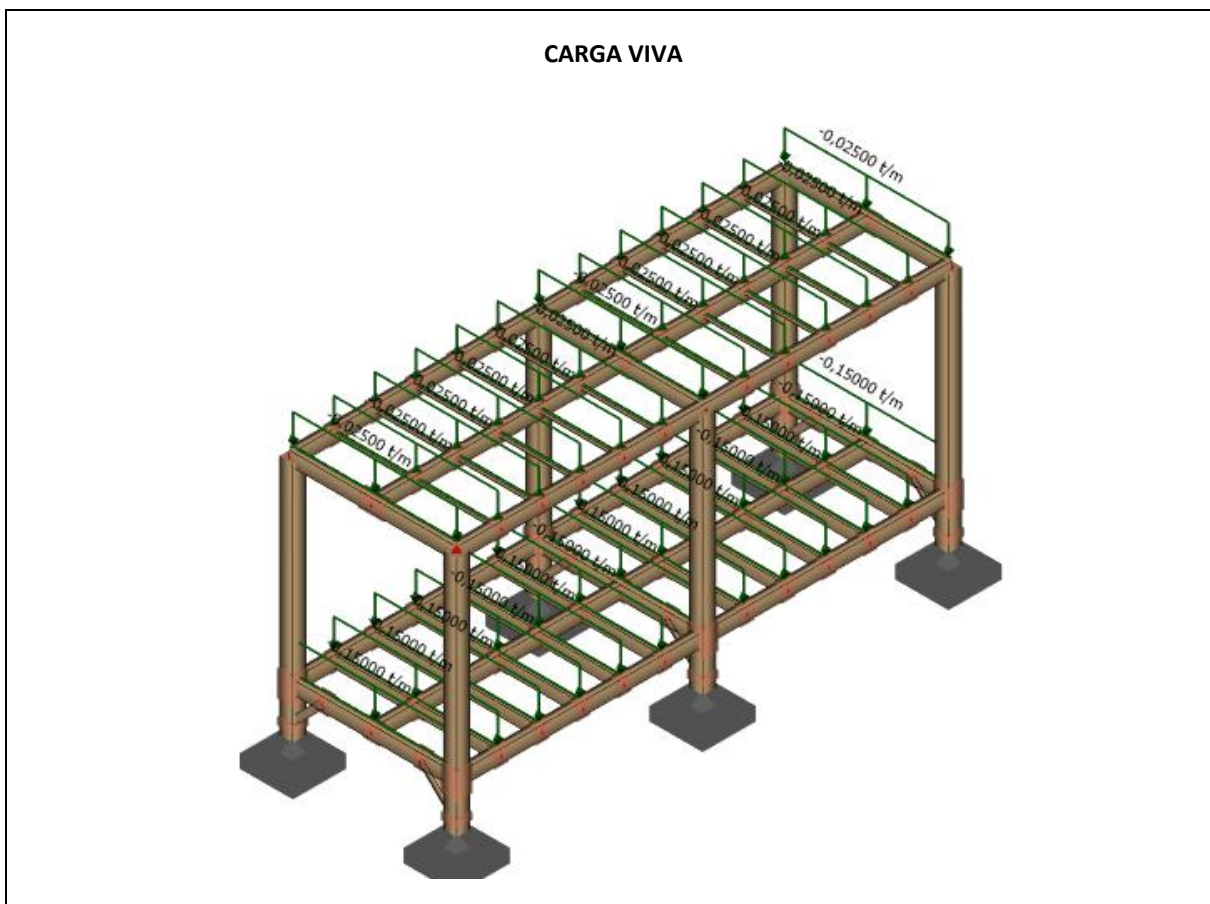
9. DISEÑO DE CORREDORES

9.1 Cargas

Para el diseño estructural se contempla una carga viva de $0,30 \text{ ton/m}^2$ y $0,10 \text{ ton/m}^2$ de carga muerta en el sistema de piso, para la cubierta se establecen cargas de $0,050 \text{ ton/m}^2$ como carga por mantenimiento y $0,070 \text{ ton/m}^2$ de carga muerta que representa el peso de la tabla y algunas instalaciones o elementos arquitectónicos que vayan anclados a la cubierta.

Estas cargas son llevadas a las viguetas en el caso del entrepiso y a las correas en el área de la cubierta, ambos elementos presentan espaciamiento de $0,50\text{m}$ entre ellos.





9.2 Secciones

Se presentan a continuación las secciones propuestas para los elementos principales.

ELEMENTO	CONFIGURACIÓN	ANCHO [mm]	ALTURA [mm]
COLUMNA	SIMPLE	160	160
VIGA TRANSVERSAL DE PISO	SIMPLE	80	160
VIGA LONGITUDINAL DE PISO	SIMPLE	80	160
VIGA TRANSVERSAL DE CUBIERTA (ENTRE COLUMNAS)	SIMPLE	80	160
VIGA LONGITUDINAL DE CUBIERTA (ENTRE COLUMNAS)	SIMPLE	80	160
VIGUETAS DE ENTREPISO	SIMPLE	40	140
CABALLETE	SIMPLE	80	160
CORREAS DE CUBIERTA	SIMPLE	40	40

9.3 Análisis sísmico

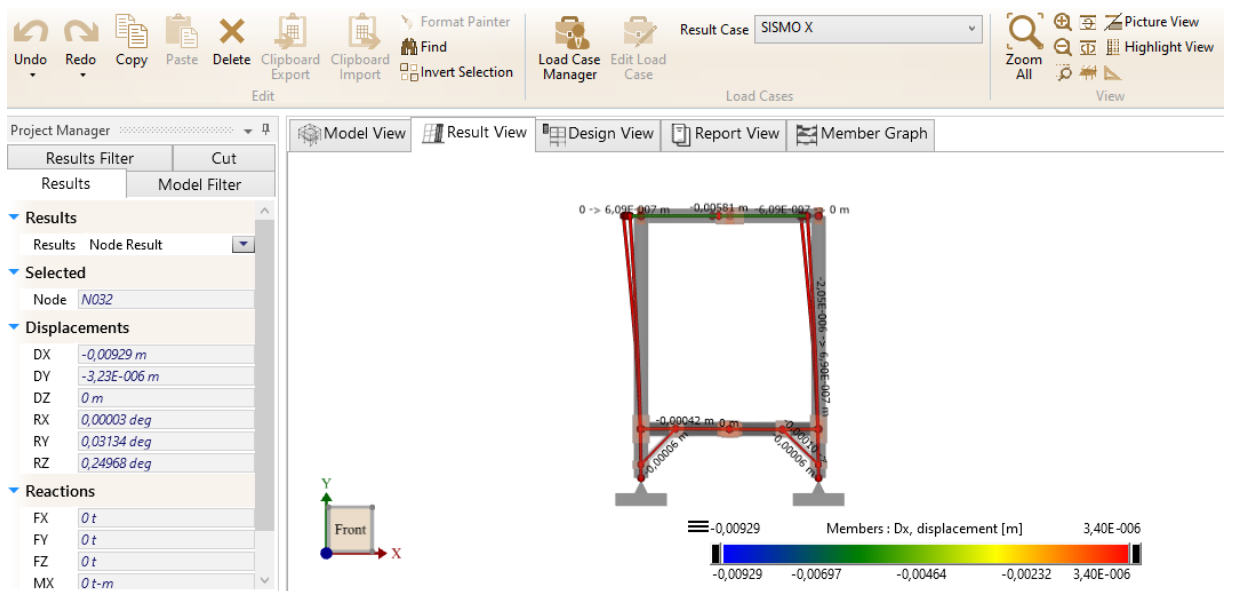
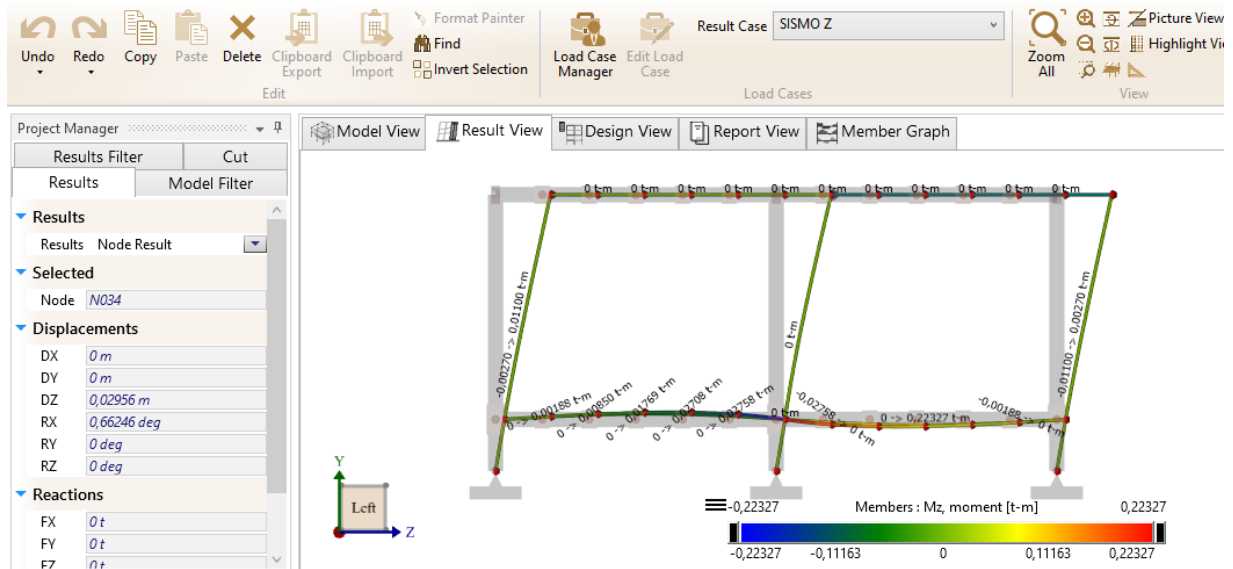
El análisis sísmico se realizó utilizando el Método del Análisis Dinámico Elástico Espectral. A continuación, se muestran los porcentajes de participación de masa en las dos direcciones principales.

Modal Results/Participation								
Mode Shape Name	frequency (Hz)	Period (Seconds)	X Part	Y Part	Z Part	X Mass t	Y Mass t	Z Mass t
Mode Shape Set 1 Mode 1	3,0095	0,33228	0,0000	0,0000	0,5965	0,0000	0,0000	0,3799
Mode Shape Set 1 Mode 2	4,9418	0,20236	0,5343	0,0000	0,0000	0,3403	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 3	5,6776	0,17613	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 4	6,7696	0,14772	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 5	7,5752	0,13201	0,0134	0,0000	0,0000	0,0085	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 6	16,612	0,06020	0,0000	0,0839	0,0000	0,0000	0,0534	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 7	17,018	0,05876	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 8	22,171	0,04510	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 9	22,887	0,04369	0,2509	0,0000	0,0000	0,1598	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 10	22,902	0,04367	0,0000	0,0000	0,1506	0,0000	0,0000	0,0959
Mode Shape Set 1 Mode 11	24,989	0,04002	0,0000	0,0000	0,0326	0,0000	0,0000	0,0208
Mode Shape Set 1 Mode 12	25,051	0,03992	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 13	29,433	0,03398	0,0003	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 14	31,868	0,03138	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 15	31,947	0,03130	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 16	32,110	0,03114	0,0000	0,1027	0,0000	0,0000	0,0654	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 17	32,178	0,03108	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 18	32,313	0,03095	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 19	35,283	0,02834	0,0000	0,2257	0,0000	0,0000	0,1437	0,0000
Mode Shape Set 1 Mode 20	37,249	0,02685	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mode Shape Set 1 Totals			0,7988	0,4122	0,7797	0,5087	0,2625	0,4966

9.4 Desplazamientos

Para la verificación de derivas se toma un $R=1$; es decir, la fuerza sísmica no es reducida. Se procede a identificar los mayores desplazamientos en la estructura en sus direcciones principales, aunque debido a que es una estructura de un nivel la norma establece que el sistema no debe cumplir derivas, es importante reconocer los posibles desplazamientos de la estructura para contemplarlos en los acabados propuestos.

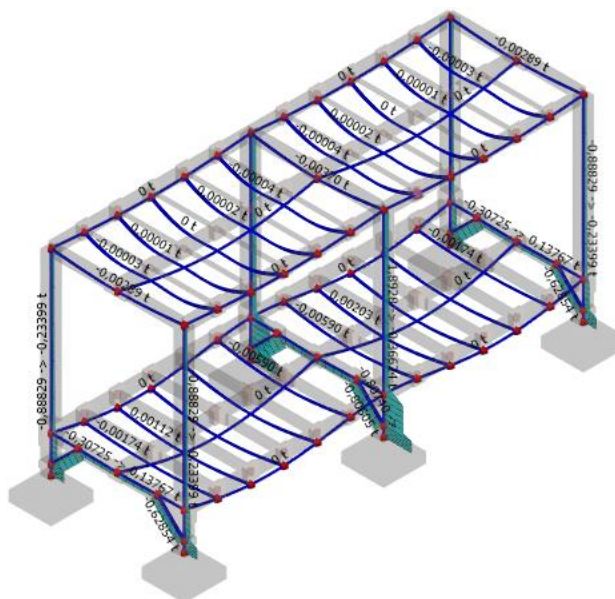
Diseño Estructural
Parque Nacionales Naturales (PNN)
KATÍOS SAUTATÁ



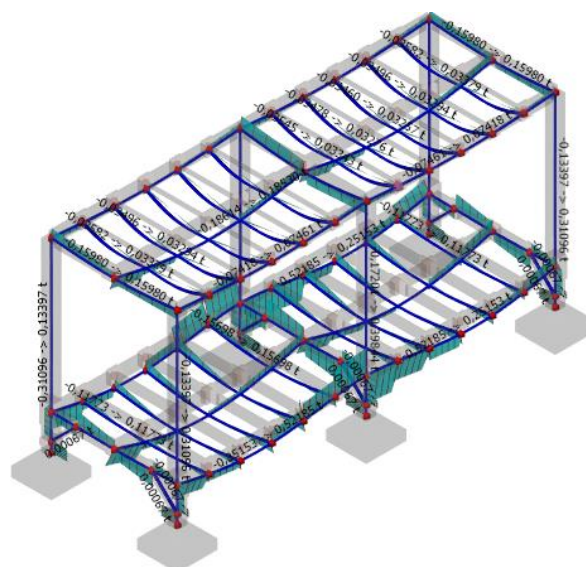
9.5 Fuerzas internas

Se presentan a continuación las fuerzas internas en los elementos ante la combinación de cargas más desfavorable.

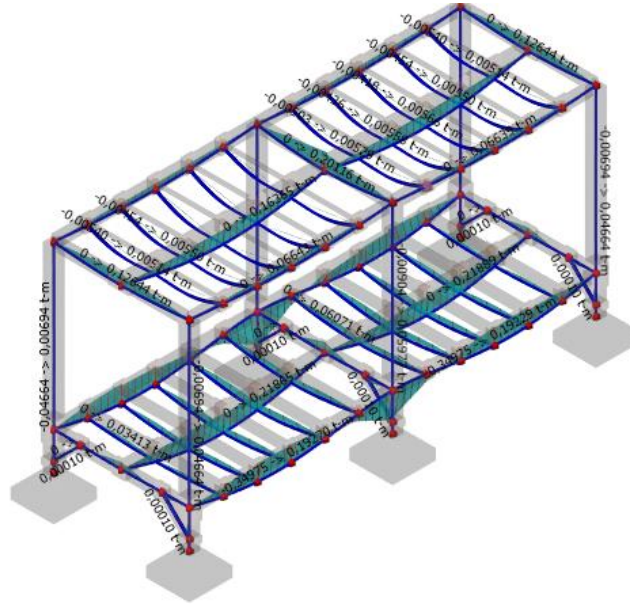
9.5.1 Fuerza axial



9.5.2 Fuerza cortante



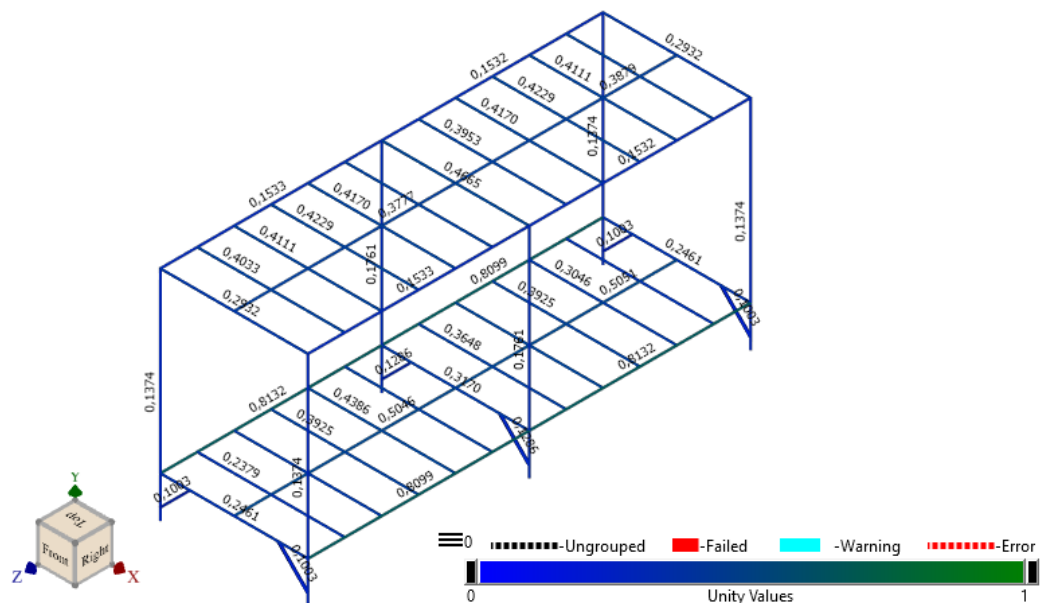
9.5.3 Momento



9.6 Diseño de elementos

9.6.1 Demanda/Capacidad

Se presenta a continuación el esquema de Demanda/Capacidad de la estructura.



9.6.2 Consideraciones de arriostramiento

Con base en las condiciones físicas de cada elemento se contemplan los arriostramientos presentes para cada uno. Se describen a continuación:

- **Arriostramiento en viguetas:** Se contempla un arriostramiento continuo en el canto superior de las viguetas generado por el tablero de entre piso.

9.6.3 Chequeo de elementos

9.6.3.1 Columnas

COLUMNAS: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
COL003	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,5500	D+.75(L+.7E+S) »+Z	0,2136	1,0000	3.9-3	0,2136	Fx = -1,5835 t, KLz = 2,9500 m, KLy = 2,9500 m, Lb = 2,9500 m, Mz = -0,10510 t-m, My = -0,16969 t-m, FcE1 = 8,6180 MPa, FcE2 = 8,6180 MPa, FbE = 129,39 MPa, E _{min} = 3564 MPa, Fbz' = 19,821 MPa, Fby' = 21 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,99104, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000, Kz = 1, Ky = 1

COLUMNAS: Axial Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fa MPa	Capacity Fa MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL003	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	D+L (1)	-0,7264	6,3753	3.6.3	0,1139	Fx = -1,8963 t, KLz = 2,9500 m, KLy = 2,9500 m, Fc* = 10 MPa, FcE = 8,6180 MPa, CM(Fc) = 1, Ct = 1, CF(Fc) = 1, Ci = 1, CP = 0,63753, CM(E) = 1, CT = 1, Cfu = 1, CD = 1, Kz = 1, Ky = 1
COL004	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	D+L (1)	-0,7264	6,3753	3.6.3	0,1139	Fx = -1,8963 t, KLz = 2,9500 m, KLy = 2,9500 m, Fc* = 10 MPa, FcE = 8,6180 MPa, CM(Fc) = 1, Ct = 1, CF(Fc) = 1, Ci = 1, CP = 0,63753, CM(E) = 1, CT = 1, Cfu = 1, CD = 1, Kz = 1, Ky = 1

COLUMNAS: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fbz MPa	Capacity Fbz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL003	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,5500	D+L (1)	-1,8432	12,4339	3.3-1	0,1482	Lb = 2,9500 m, Mz = -0,12831 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,99471, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1
COL004	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,5500	D+L (1)	1,8432	12,4339	3.3-1	0,1482	Lb = 2,9500 m, Mz = 0,12831 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,99471, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1

COLUMNAS: Weak Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fbz MPa	Capacity Fbz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL003	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,5500	D+.7E »+Z	-3,2502	21,0000	3.3-1	0,1548	My = -0,22625 t-m, Emin = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 1, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000
COL004	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,5500	D+.7E »+Z	-3,2502	21,0000	3.3-1	0,1548	My = -0,22625 t-m, Emin = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 1, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000

COLUMNAS: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvy MPa	Capacity Fvy MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL001	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,5500	D+L (1)	-0,1094	1,3000	3.4-1	0,0842	V = -0,19045 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1
COL002	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,5500	D+L (1)	0,1094	1,3000	3.4-1	0,0842	V = 0,19045 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1
COL005	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,5500	D+L (1)	-0,1094	1,3000	3.4-1	0,0842	V = -0,19045 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1
COL006	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,5500	D+L (1)	0,1094	1,3000	3.4-1	0,0842	V = 0,19045 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1

COLUMNAS: Weak Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvz MPa	Capacity Fvz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
COL003	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	D+.7E »+Z	-0,2379	2,0800	3.4-1	0,1144	V = -0,41396 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1,6000
COL004	Rectangle 0,16000 x 0,16000	0,0000	.6D+.7E »+Z	-0,2379	2,0800	3.4-1	0,1144	V = -0,41396 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1,6000

9.6.3.2 Vigas principales (transversal y longitudinal)

VIGAS PPALES: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ003	Rectangle 0,08000 x 0,16000	3,0000	D+L (1)	0,8338	1,0000	3.9-3	0,8338	$F_x = 0 \text{ t}$, $KL_z = 3 \text{ m}$, $KL_y = 0,44678 \text{ m}$, $L_b = 0,50000$ m , $M_z = -0,35786 \text{ t-m}$, $M_y = 0,00173 \text{ t-m}$, $F_{cE1} = 8,3331 \text{ MPa}$, $F_{cE2} = 93,931 \text{ MPa}$, $F_{bE} = 166,09 \text{ MPa}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz'} = 12,450 \text{ MPa}$, $F_{by'} = 12,500 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99596$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1$, $K_z = 1$, $K_y = 0,89355$

VIGAS PPALES: Combined Check (continued)

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ010	Rectangle 0,08000 x 0,16000	0,0000	D+L (1)	0,8338	1,0000	3.9-3	0,8338	$F_x = 0 \text{ t}$, $KL_z = 3 \text{ m}$, $KL_y = 0,44678 \text{ m}$, $L_b = 0,50000$ m , $M_z = -0,35786 \text{ t-m}$, $M_y = -0,00173 \text{ t-m}$, $F_{cE1} = 8,3331 \text{ MPa}$, $F_{cE2} = 93,931 \text{ MPa}$, $F_{bE} = 166,09 \text{ MPa}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz'} = 12,450 \text{ MPa}$, $F_{by'} = 12,500 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99596$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1$, $K_z = 1$, $K_y = 0,89355$

VIGAS PPALES: Strong Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fbz MPa	Capacity Fbz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ003	Rectangle 0,08000 x 0,16000	3,0000	D+L (1)	-10,2815	12,4496	3.3-1	0,8259	$L_b = 0,50000 \text{ m}$, $M_z = -0,35786 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99596$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1$
BmZ004	Rectangle 0,08000 x 0,16000	3,0000	D+L (1)	-10,2815	12,4496	3.3-1	0,8259	$L_b = 0,50000 \text{ m}$, $M_z = -0,35786 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99596$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1$
BmZ009	Rectangle 0,08000 x 0,16000	0,0000	D+L (1)	-10,2815	12,4496	3.3-1	0,8259	$L_b = 0,50000 \text{ m}$, $M_z = -0,35786 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(F_b) = 1$, $CL = 0,99596$, $CF(F_b) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1$

VIGAS PPALES: Strong Flexure Check (continued)

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fbz MPa	Capacity Fbz MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ010	Rectangle 0,08000 x 0,16000	0,0000	D+L (1)	-10,2815	12,4496	3.3-1	0,8259	Lb = 0,50000 m, Mz = -0,35786 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 0,99596, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1

VIGAS PPALES: Weak Flexure Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fby MPa	Capacity Fby MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX004	Rectangle 0,08000 x 0,16000	1,0000	.6D+.7E »+Z	-0,5651	20,0000	3.3-1	0,0283	My = -0,00983 t-m, E'min = 3564 MPa, CM(E) = 1, Ct = 1, Ci = 1, CT = 1, Cfu = 1, CM(Fb) = 1, CL = 1, CF(Fb) = 1, Cr = 1, CD = 1,6000

VIGAS PPALES: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvy MPa	Capacity Fvy MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmZ003	Rectangle 0,08000 x 0,16000	3,0000	D+L (1)	-0,6177	1,3000	3.4-1	0,4751	V = -0,53748 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1
BmZ004	Rectangle 0,08000 x 0,16000	3,0000	D+L (1)	-0,6177	1,3000	3.4-1	0,4751	V = -0,53748 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1
BmZ009	Rectangle 0,08000 x 0,16000	0,0000	D+L (1)	0,6177	1,3000	3.4-1	0,4751	V = 0,53748 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1
BmZ010	Rectangle 0,08000 x 0,16000	0,0000	D+L (1)	0,6177	1,3000	3.4-1	0,4751	V = 0,53748 t, CM = 1, Ct = 1, Ci = 1, CD = 1

9.6.3.3 Viguetas

ALFARDAS PISO: Combined Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
BmX008	Rectangle 0,04000 x 0,14000	0,8667	D+L (1)	0,4565	1,0000	3.9-1	0,4565	$F_x = 0,00269 \text{ t}$, $KL_z = 2 \text{ m}$, $KL_y = 0 \text{ m}$, $L_b = 0 \text{ m}$, $M_z = 0,07594 \text{ t-m}$, $M_y = 0 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz}^* = 12,500 \text{ MPa}$, $F_{bz}^{**} = 12,498 \text{ MPa}$, $F_{by}^* = 12,500 \text{ MPa}$, $F_{by}^{**} = 12,500 \text{ MPa}$, $CM(Ft) = 1$, $C_t = 1$, $CF(Ft) = 1$, $C_i = 1$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(Fb) = 1$, $CL = 0,99985$, $CF(Fb) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

ALFARDAS PISO: Weak Flexure Check (continued)

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fby MPa	Capacity Fby MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX019	Rectangle 0,04000 x 0,14000	1,0000	.6D+.7E »+X	0,2506	20,0000	3.3-1	0,0125	$M_y = 0,00095 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $CM(E) = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(Fb) = 1$, $CL = 1$, $CF(Fb) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1,6000$

ALFARDAS PISO: Strong Shear Check

(extreme rows: max)

Member	Section	Offset m	Result Case	Demand fvy MPa	Capacity Fvy MPa	Code Reference	Unity Check	Details
BmX008	Rectangle 0,04000 x 0,14000	0,0000	D+L (1)	0,4612	1,3000	3.4-1	0,3548	$V = 0,17557 \text{ t}$, $CM = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CD = 1$
BmX016	Rectangle 0,04000 x 0,14000	0,0000	D+L (1)	0,4612	1,3000	3.4-1	0,3548	$V = 0,17557 \text{ t}$, $CM = 1$, $C_t = 1$, $C_i = 1$, $CD = 1$

ALFARDAS PISO: Combined Check (continued)

(extreme rows: max)

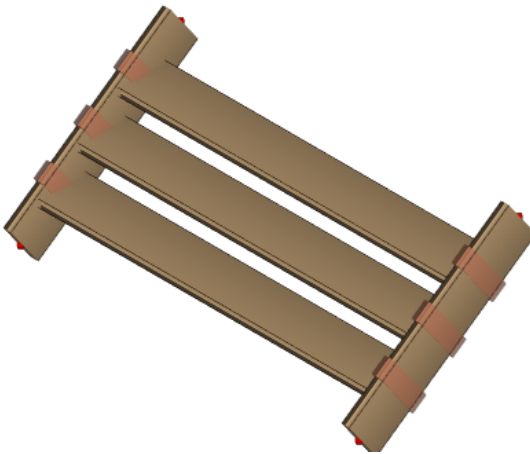
Member	Section	Offset m	Result Case	Demand	Capacity	Code Reference	Unity Check	Details
BmX016	Rectangle 0,04000 x 0,14000	0,8667	D+L (1)	0,4565	1,0000	3.9-1	0,4565	$F_x = 0,00269 \text{ t}$, $KL_z = 2 \text{ m}$, $KL_y = 0 \text{ m}$, $L_b = 0 \text{ m}$, $M_z = 0,07594 \text{ t-m}$, $M_y = 0 \text{ t-m}$, $E'_{min} = 3564 \text{ MPa}$, $F_{bz}^* = 12,500 \text{ MPa}$, $F_{bz}^{**} = 12,498 \text{ MPa}$, $F_{by}^* = 12,500 \text{ MPa}$, $F_{by}^{**} = 12,500 \text{ MPa}$, $CM(Ft) = 1$, $C_t = 1$, $CF(Ft) = 1$, $C_i = 1$, $CM(E) = 1$, $CT = 1$, $C_{fu} = 1$, $CM(Fb) = 1$, $CL = 0,99985$, $CF(Fb) = 1$, $Cr = 1$, $CD = 1$, $K_z = 1$, $K_y = 1$

10. DISEÑO DE ESCALERAS DE INGRESO A CORREDOR

Se presentan unas escaleras de 3 peldaños que facilitan el ingreso a los corredores, estas escaleras se encuentran compuestas por unas vigas gualderas, que tienen dimensiones de 25 cm de altura y 4 cm de espesor.

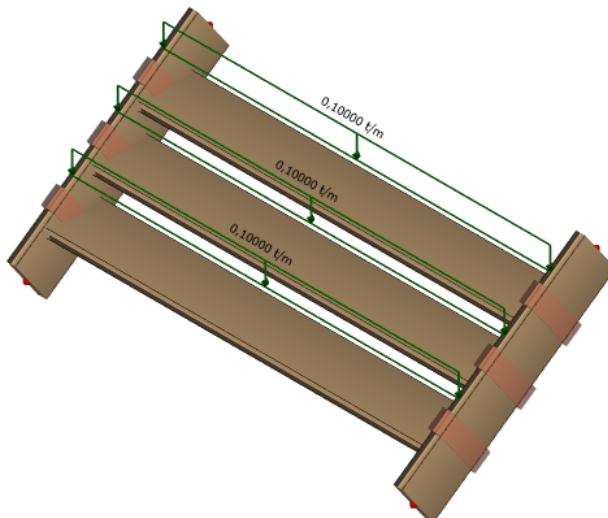
Los peldaños tienen también un espesor de 4 cm con una huella de 30 cm.

Estos elementos están únicamente sometidos a cargas gravitacionales.



10.1 Cargas

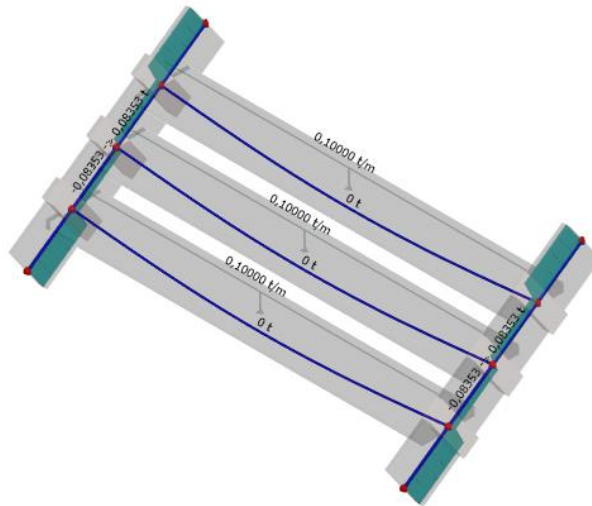
Para el diseño estructural se contempla una carga viva linealmente distribuida en los peldaños de 0,10 ton/m que representa el escenario del peldaño lleno por el tránsito de personas.



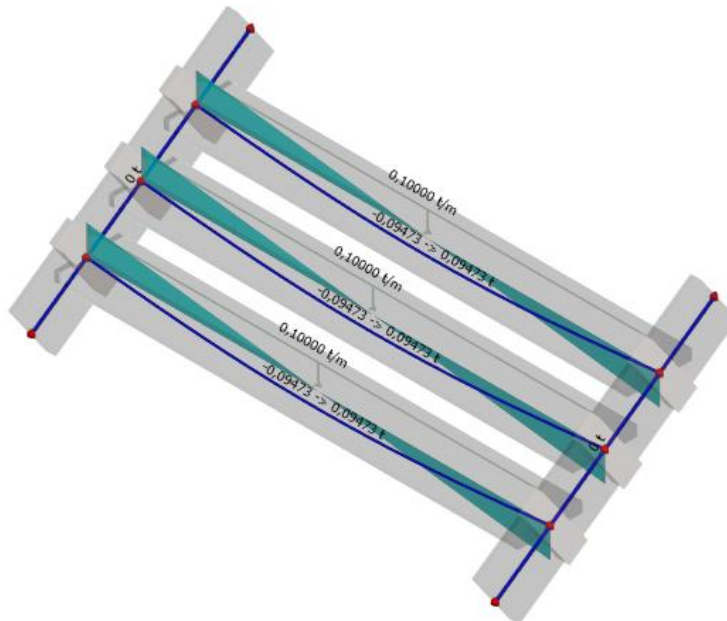
10.2 Fuerzas internas

Se presentan a continuación las fuerzas internas en los elementos ante la combinación de cargas más desfavorable.

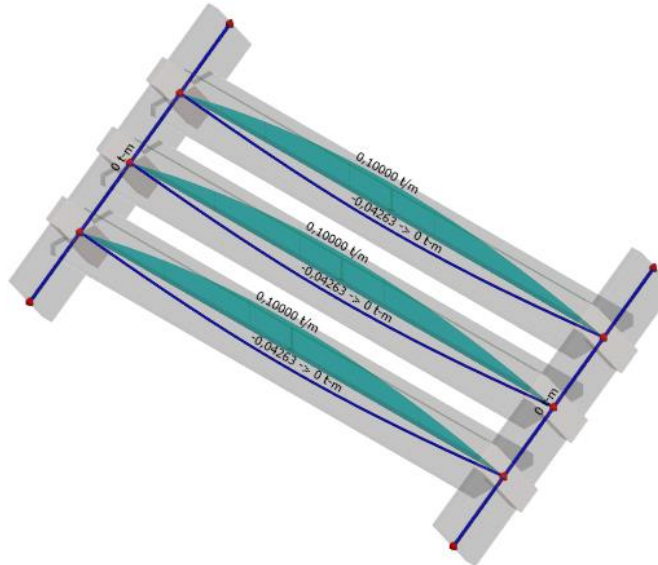
10.2.1 Fuerza axial



10.2.2 Fuerza cortante



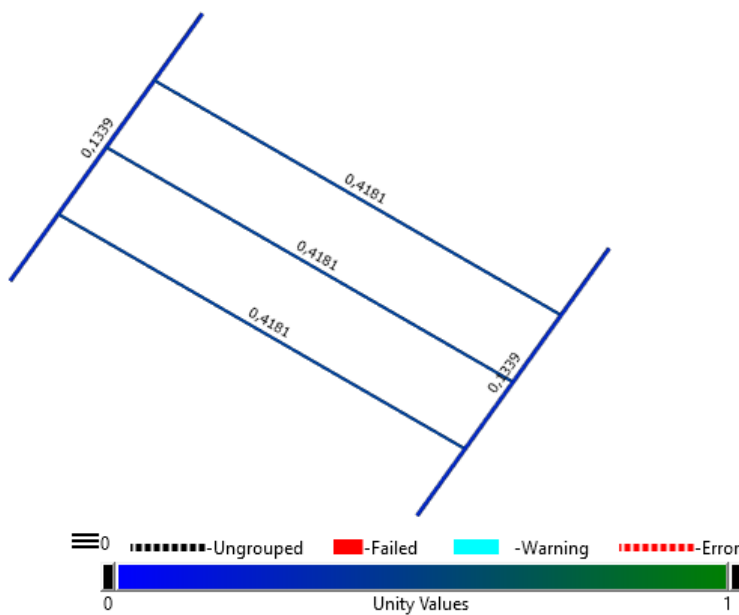
10.2.3 Momento



10.3 Diseño de elementos

10.3.1 Demanda/Capacidad

Se presenta a continuación el esquema de Demanda/Capacidad de la estructura.



BIBLIOGRAFÍA

- Título G – NSR10
- The 2018 National Design Specification (NDS) for Wood Construction was developed by the American Wood Council's (AWC)
- <https://issuu.com/rothoblaas/docs/tornillos-para-madera-y-uniones-para-terrazas-2-es?mode=embed>Invías. (2014).
- <https://issuu.com/rothoblaas/docs/placas-y-conectores-para-madera-2024-es?mode=embed>