

Evaluación Estructural en la Ex bodega Arizu

Lopez, Luciano 40410
Perales, Samuel 40194

Director (Tutor) del trabajo: Ing. Pablo Martín
Integrantes de la cátedra: Tit.: Ing. Pablo Martín
JTP.:Ing. Gustavo Castro
Ayte.:Ing. Helvio Grilli

2023

Facultad Regional Mendoza
Universidad Tecnológica Nacional
Departamento Ing. Civil
Cátedra: Proyecto Final

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Resumen

El siguiente proyecto consiste en el relevamiento y evaluación de las condiciones en las que se encuentra la estructura del sector A de la ex Bodega Arizu, este estudio se divide en dos partes, una evaluación de la estructura a cargas de sismo y otro estudio de la cubierta de techo a cargas evaluadas con códigos y exigencias que rigen en la actualidad, este sector que evaluaremos fue utilizado para estiba y añejamiento de champagne, y conservación en piletas de vinificación.

Principalmente en nuestro trabajo se estudió en profundidad la evaluación y restauración de la cubierta de techo, y evaluación de losas de hormigón armado, en base a los resultados se plantea una solución a dichos problemas estructurales, estas soluciones deben realizarse sin alterar la arquitectura del lugar ya que el mismo representa un gran valor histórico para Mendoza.

Palabras claves: Mampostería patrimonial, Cubierta metálica antigua, Refuerzo edificio histórico.

Tabla de Contenidos

Capítulo 1 Antecedentes generales.....	14
Datos generales.....	14
Dimensiones	14
Cantidad de niveles.....	14
Superficie aproximada total	14
Fecha probable de construcción.....	14
Reseña histórica	15
Los vinos y su distribución.	16
Sector A	18
Plan de trabajo.....	18
Estudio de antecedentes.....	19
Breve descripción de la historia de la Bodega Arizu.....	19
Acciones:.....	19
Modelo de la estructura	19
Análisis del modelo:.....	19
Lineamientos a tener en cuenta	20
Documentación y memorias.....	20
Capítulo 2 Cubierta de techo.....	21
Pasos para verificar su resistencia	22
Relevamiento	22

Datos relevados en obra	23
Propiedades geométricas y mecánicas	23
Análisis de carga.....	26
Determinación de la carga $Qs1$	26
Determinación de la carga $Qs2$	27
Sobrecarga de diseño.....	28
Análisis de carga de nieve.....	30
Factor de pendiente para cubierta cálida.....	31
Cargas de nieve no balanceadas.....	31
Cargas debido a lluvias	32
Carga de hielo	32
Combinación de estados.....	33
Calculo de reacciones y esfuerzos internos:	35
Cálculo de reacciones:	35
Cálculo de momento flector:	36
Cálculo del Esfuerzo de corte:	36
Cálculo de reacciones y esfuerzos internos:	37
Cálculo de reacciones:	37
Cálculo del momento máximo:.....	37
Cálculo del V máximo:.....	37
Modelo estructural	38

Verificación de elementos en estado actual.....	41
Verificación a Tracción	41
Verificación a compresión.....	43
Pandeo flexional fuera del plano	45
Verificación al Pandeo flexo-torsional	46
Pandeo flexo-torsional para perfiles L	49
Verificación a flexión.....	50
Esfuerzos combinados.....	52
Correas	53
Peso propio.....	53
Nieve	53
Sobrecarga de diseño	53
Verificación	56
Apoyo.....	56
Plastificación	56
Pandeo Local del alma	57
Pandeo Lateral Torsional	58
Resumen de barras	62
Lineamientos para reforzar cubierta de techo	63
Barra 12-3 y 5-8	63
Barra 11-4 y 4-9	63

Barra 1-7	64
Refuerzo estructural propuesto.....	65
Barra 12-3, 5-8-,4-9 y 11-4.....	65
Barra 1-7.....	66
Verificaciones a solicitaciones con planteo estructural propuesto	70
Verificación a tracción.....	71
Verificación a compresión.....	72
Compresión fuera del plano	73
Verificación al pandeo flexo torsional	75
Verificación a flexión.....	76
Verificación a esfuerzos combinados.....	76
Restauración de cubierta	78
Restauración cubierta.....	81
Desagües pluviales	82
Panta de desagües pluviales.....	83
Capítulo 3 Losas de hormigón	86
Fenómeno de carbonatación.....	87
Resistencia a compresión.....	89
Plano de estructura.....	90
Análisis de carga de losas.....	91
Posibles usos al sector	91

Losa modelo	92
Verificación	93
Cálculo de momentos máximos en losa.....	94
Armadura requerida en x	94
Armadura requerida en y	95
Planillas de losas	96
Planta baja	96
Primer sub suelo	97
Segundo sub suelo	98
Consideraciones generales	99
Restauración de losas	99
Capítulo 4 Cómputo y presupuesto.....	100
Cubierta de techo.....	100
Extracción y limpieza de material.....	100
Cómputo material de refuerzo	101
Presupuesto refuerzo propuesto.....	101
Limpieza y pintura.....	102
Presupuesto de colocación de tejas y chapas	103
Presupuesto Desagües pluviales.....	103
Capítulo 5 Conclusiones	104
Cubierta de techo.....	104

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------------

Estado actual.....	104
Con refuerzo propuesto.....	104
Losas de hormigón	105
Armaduras necesarias	105
Datos a relevar	105
Cómputo y presupuesto.....	106
Lista de referencias.....	107

Lista de tablas

Tabla 1 Perfil T barra 1-4 y 4-7	24
Tabla 2 Perfil 2L barra 1-7	24
Tabla 3 Perfil 2L barra 4-10	24
Tabla 4 Perfil L barras 3-11 y 5-9	25
Tabla 5 Perfil L barras 6-8 y 12-2	25
Tabla 6 Perfil L barras 4-9 y 4-11	25
Tabla 7 Perfil L barras 5-8 y 3-12	26
Tabla 8 combinación de cargas	33
Tabla 9 Resumen de esfuerzos internos en barras	40
Tabla 10 Verificación de esbelteces en barras traccionadas.....	42
Tabla 11 Verificación a tracción	42
Tabla 12 Verificación de esbeltez	44
Tabla 13 Verificación a compresión	44
Tabla 14 Verificación de esbeltez	45
Tabla 15 Verificación a compresión	45
Tabla 16 Verificación al pandeo flexo torsional	49
Tabla 17 Resultados verificación al pandeo flexo torsional	49
Tabla 18 Verificación pandeo flexo torsional perfiles L	50
Tabla 19 Verificación a flexión.....	52
Tabla 20 Verificación a flexión.....	52

Tabla 21 Verificación esfuerzos combinados	53
Tabla 22 Verificación esfuerzos combinados	53
Tabla 23 Resumen de solicitaciones.....	62
Tabla 24 Refuerzo barras 12-3 y 5-8.....	65
Tabla 25 Refuerzo barras 11-4 y 4-9.....	66
Tabla 26 Verificación a tracción estructura propuesta	71
Tabla 27 Verificación a tracción estructura propuesta	72
Tabla 28 Compresión en el plano con refuerzo.....	72
Tabla 29 Compresión en el plano con refuerzo.....	73
Tabla 30 Fuera del plano	73
Tabla 31 Verificación fuera del plano.....	74
Tabla 32 Verificación al pandeo flexo torsional	75
Tabla 33 Verificación al pandeo flexo torsional	75
Tabla 34 Verificación a flexión.....	76
Tabla 35 Verificación a flexión.....	76
Tabla 36 Verificación a esfuerzos combinados	76
Tabla 37 Verificación a esfuerzos combinados	76
Tabla 38 Resumen solicitaciones con refuerzo	77
Tabla 39 Promedio de resistencias a compresión.....	89
Tabla 40 Resistencias adoptadas por nivel.....	90
Tabla 41 Análisis de carga para posible uso	91

Tabla 42 Relación de lados	93
Tabla 43 Características geométricas	96
Tabla 44 Armaduras necesarias.....	96
Tabla 45 Características geométricas	97
Tabla 46 Armadura necesaria.....	97
Tabla 47 Características geométricas	98
Tabla 48 Armadura necesaria.....	98
Tabla 49 Presupuesto extracción de materiales	100
Tabla 50 Cómputo materiales para refuerzo	101
Tabla 51 Presupuesto refuerzo	101
Tabla 52 Presupuesto arenado + pintura	102
Tabla 53 Presupuesto colocación tejas y chapas	103
Tabla 54 Presupuesto chapa galvanizada.....	103

Lista de figuras

Figura 1 Balbino Arizu.....	15
Figura 2 Entrada a la bodega (1970).....	17
Figura 3 Vista satelital	18
Figura 4 corte transversal del sector A.....	19
Figura 5 Vista Cubierta de Techo.....	21
Figura 6 cubierta de techo.....	22
Figura 7 cabreada tipo relevada	23
Figura 8 Diagrama de carga de nieve	32
Figura 9 Distribución sobre correas.....	34
Figura 10 Esquema estructural de correa	35
Figura 11 Esquema estructural.....	37
Figura 12 Modelo estructural.....	38
Figura 13 Diagrama de esfuerzos axiales	38
Figura 14 Diagrama de momentos flectores	39
Figura 15 Diagrama de esfuerzos de corte.....	39
Figura 16 Reacciones de vínculo.....	39
Figura 17 Deformada de la estructura	40
Figura 18 Ejes de referencias.....	46
Figura 19 Correa de techo	55

Figura 20 Fallas de barras en cabreada tipo.....	62
Figura 21 Detalle refuerzo cordón inferior.....	67
Figura 22 Detalle refuerzo cordón inferior vista	68
Figura 23 Detalle de soldaduras	68
Figura 24 Detalle soldadura en correa	69
Figura 25 Cabreada tipo reforzada.....	70
Figura 26 Sector cubierta	78
Figura 27 Vista aérea de zona de trabajo.....	79
Figura 28 Zonificación de trabajo	80
Figura 29 Cubierta restaurada.....	81
Figura 30 Detalle desagüe pluvial.....	82
Figura 31 Vista desagüe.....	83
Figura 32 Planta desagües pluviales.....	84
Figura 33 Corte longitudinal	85
Figura 34 Losa de entepiso	86
Figura 35 Carbonatación	87
Figura 36 Carbonatación en losa	88
Figura 37 Plano de estructura del sector A	90
Figura 38 Distribución de losas PB	92
Figura 39 Vista de armaduras en losas.....	94

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	----------------	-----------------------

Capítulo 1

Antecedentes generales

Datos generales

Este edificio de hormigón armado, construido en la década de 1940 tiene un sistema estructural de pórticos de hormigón armado en ambas direcciones con dos niveles en subsuelo y dos niveles sobre nivel cero. Posee losas macizas de hormigón armado que cubre una superficie de 60x30m con 6400 m² de superficie cubierta. El lugar fue utilizado para producción, estiba y añejamiento de champagne. En el año 1994 el sector dejó de utilizarse y no se realizó mantenimiento alguno de la construcción, quedando seriamente afectada por las condiciones ambientales donde el aporte de agua de lluvia, ha producido corrosión de armaduras en distintos sectores

. **Ubicación relativa:** se emplaza sobre el borde norte del conjunto, limitando con calle Minuzzi al norte, Belgrano al este;

Dimensiones: largo medio: 58m; ancho medio: 30m.

Cantidad de niveles: 4. Planta alta, Planta baja, 1er Subsuelo y 2do Subsuelo.

Superficie aproximada total: 6.400m².

Fecha probable de construcción: década de 1940 c.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	----------------	-----------------------

Reseña histórica

Balbino Arizu (Unzué 1858 - Mendoza 1936), inmigrante navarro que junto a sus hermanos menores, fue uno de los impulsores de la vitivinícola moderna en Argentina y un distinguido pionero del desarrollo agrícola e industrial de ese entonces el cual no había sido desarrollado de la mejor manera en el país.

Balbino había llegado a Mendoza en 1883. Luego de iniciarse con perseverancia y tesón en forma independiente en el negocio del vino en 1885 en Mendoza, dio finalmente forma a su sueño en 1907 con la fundación de Bodegas Arizu SA. Esta empresa que creó junto a sus hermanos (Sotero y Jacinto) y dirigió, fue la síntesis de los dos mundos vitivinícolas que personificó, la dedicación y el cuidado artesanal europeo y la posibilidad de encontrar una escala impensable en los nuevos territorios para abastecer a un país entero en fuerte expansión demográfica y económica. Bodegas Arizu rápidamente se encontró en la vanguardia comercial y tecnológica de su época, llegó a cotizar en la bolsa de Londres.



Figura 1 Balbino Arizu

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Los vinos y su distribución.

Las mayores inversiones de la firma tuvieron que ver con el aumento de la velocidad en el accionamiento de las moledoras, que incorporaron dispositivos para separar el escobajo, y con la obtención de mostos de calidad. Se comenzaron a utilizar filtros, máquinas pasteurizadoras y equipos refrigerantes para controlar la temperatura de la fermentación. La incorporación de tecnología de avanzada no sólo incidió en una mayor diferenciación de los productos apuntando a la elaboración de mosto y de vinos licorosos y reserva, sino que se logró mejorar la productividad. Ambos aspectos trajeron aparejados un producto altamente competitivo, que se valoraba por su marca y que se expandió por todo el país a través de vendedores y consignatarios.

La bodega Arizu se convirtió a principios del siglo XX en una de las más grandes de la provincia y fue creciendo a la par de la industria, por lo cual estas fuentes iluminan también los desajustes y éxitos de la vitivinicultura. La mutación de la escala de observación a niveles casi microscópicos, permitió integrar y articular distintas perspectivas hilvanadas por el curso de una familia, su empresa, sus productos y sus redes, interpretándolas como una combinación de factores y acciones individuales y colectivas basadas en la elaboración de estrategias por parte de los actores y de sus redes. Las fuentes no solo permitieron conocer la historia de uno de los principales emporios bodegueros surgidos a fines del siglo XIX en Mendoza y de sus vinos, sino también de la inmigración a la provincia.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

La historia de la empresa y de la familia Arizu es emblemática y nos remite directamente al proceso de conformación y consolidación de la economía vitivinícola. Se convirtió a principios del siglo XX en una de las más grandes de la Provincia y fue creciendo a la par de la industria. Hoy permanece casi en ruinas, pero a la vez atestigua su importancia en el desarrollo vitivinícola provincial.

Pasó por muchos avatares. Entre ellos su venta a fines de los años setenta al “Grupo Greco”, posteriormente intervenido en un proceso escandaloso que llevó a la bodega a la decadencia. Luego, en 1998, la compra de las instalaciones por parte de una empresa chilena, CENCOSUD, para demolerlas y construir un supermercado, debido a esto los vecinos del lugar no les gustó la idea de demoler un patrimonio, por lo cual pidieron a las autoridades recuperarlo.

Es oportuno recordar que el decreto del Poder Ejecutivo Nacional número 339/99 declaró Monumento Histórico Nacional a las instalaciones de la antigua Bodega Arizu. En 2017 la Ordenanza Municipal N° 6725 declaró de Interés Municipal la expropiación de los inmuebles correspondientes a la ex Bodega; y luego acorde a la ley provincial se procedió a la expropiación el 21 de marzo de 2019.



Figura 2 Entrada a la bodega (1970)

Sector A

Es el sector en el cual vamos a realizar nuestro estudio era conocido como “la champagnera” debió usarse en la estiba y añejamiento en botella de este producto.

Plan de trabajo

Para poder realizar el estudio de la estructura, como primera medida plantaremos los pasos a seguir en nuestro análisis.

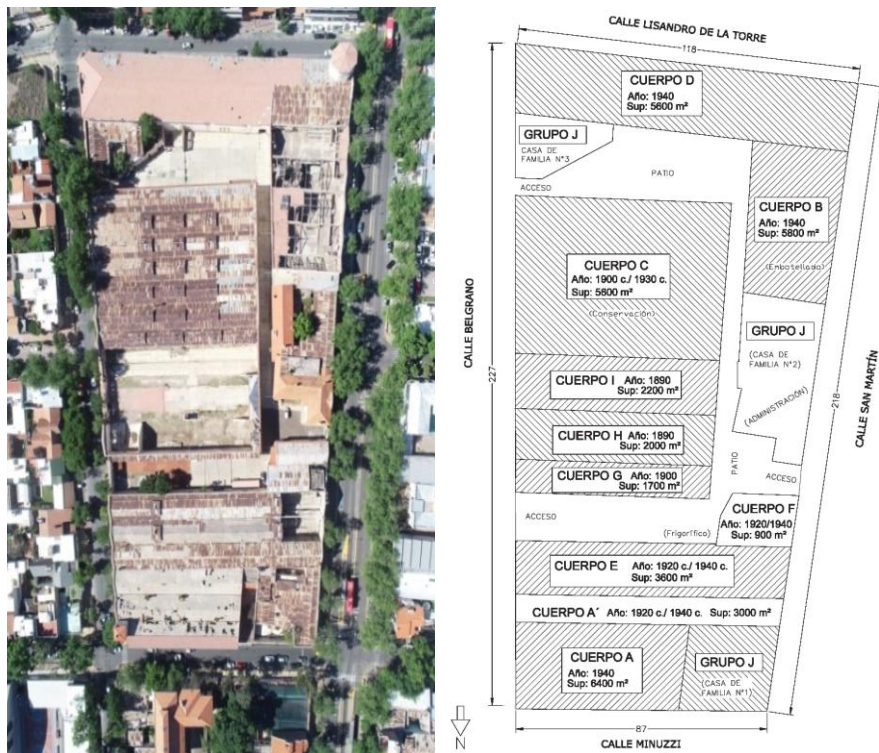


Figura 3 Vista satelital

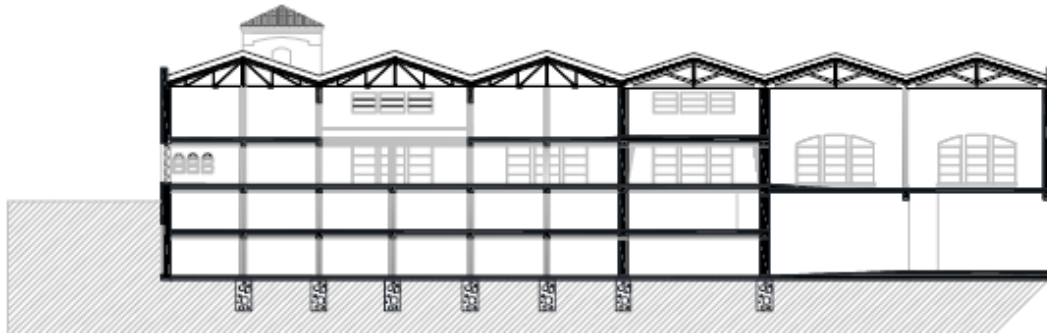


Figura 4 corte transversal del sector A

Estudio de antecedentes

Breve descripción de la historia de la Bodega Arizu.

Relevamiento de la estructura y control del mismo respecto de los relevamientos existentes. Plano de relevamiento de la estructura. Identificación y valoración de los distintos elementos y el estado en el que se encuentran.

Acciones:

Se deberán determinar las acciones sobre la estructura en función del uso probable de la misma. Está previsto que sea un espacio de uso público, restaurante, museo y/o actividades similares.

Modelo de la estructura

Una vez obtenidos los valores de cargas y sobrecargas a las cuales estará sometida la estructura, se realizará un modelo estructural (uso de un software) para poder obtener los valores de las solicitaciones a las cuales estará sometida la estructura debido al nuevo uso posible se la misma.

Análisis del modelo:

Con los valores de esfuerzos se analizará si la estructura existente puede resistir dichos esfuerzos y en el caso de no poder hacerlo se tomaran las medidas correspondientes.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Lineamientos a tener en cuenta

Con el análisis ya realizado, se planteará unas pautas o lineamientos a tener en cuenta cuando se realice la puesta en funcionamiento de este sector.

Documentación y memorias

Redacción de documentos y memorias del proyecto en cada una de las etapas. Documentación y memoria global del proyecto.

Capítulo 2

Cubierta de techo

La cubierta de techo se encuentra muy deteriorada, debido al abandono que tiene y a la falta de mantenimiento, al observarla se pueden ver los problemas que presenta, tales como desprendimientos de materiales, lo que hace que se filtre el agua en tiempos de lluvia perjudicando así a toda la estructura en general.



Figura 5 Vista Cubierta de Techo

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	----------------	-----------------------

Pasos para verificar su resistencia

- Realizar un análisis de carga de la misma, bajo los reglamentos que rigen en la actualidad, y brindándole un nuevo uso que tendrá para un futuro.
- Realizar un relevamiento de la misma, tomando medidas, y así obtener valores de resistencia de los elementos componentes.
- Realizar un modelo computacional, sometiéndola a las solicitaciones y sobrecargas que nos establece el código CIRSOC 101.
- Según los resultados que arrojen las simulaciones, si los resultados son buenos no se planteará ninguna modificación, solo el remplazo de los materiales que se encuentran deteriorados, de lo contrario se propondrán soluciones para resolver el problema de estabilidad.

Relevamiento

En una visita a la obra se realizó el relevamiento de la cubierta en estudio, en donde se tomaron medidas de las correas, perfiles y parantes, que componen la estructura del mismo. Para luego poder obtener las características físicas y geométricas de cada elemento.



Figura 6 cubierta de techo

Datos relevados en obra

A continuación se mostrará en detalle todos los componentes estructurales de la cabreada tipo, con la cual más adelante se verificará todas las solicitaciones en las cuales se encuentra sometida.

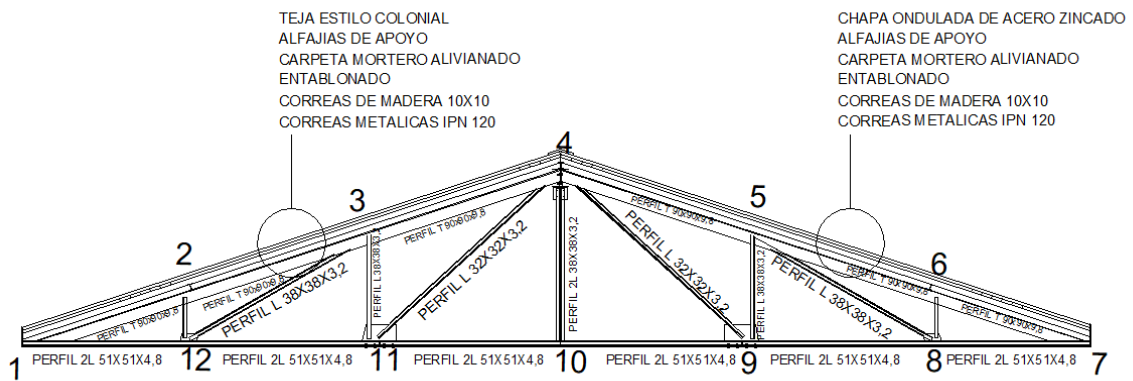


Figura 7 Cabreada tipo relevada

Propiedades geométricas y mecánicas

Al realizar el relevamiento, se observó que algunos perfiles no se encuentran normalizados, entonces se deberán obtener las características geométricas necesarias para poder realizar los cálculos y verificaciones correspondientes.

A continuación se muestra en detalle los perfiles que componen la cabreada con sus características geométricas y mecánicas.

Tabla 1 Perfil T barra 1-4 y 4-7

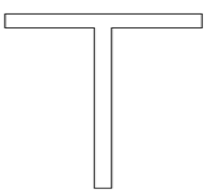
PERFIL T 90X90X8		
	cordón superior	
	area (cm ²)	14,44
	I _x (cm ⁴)	135,42
	I _y (cm ⁴)	47,46
	r _x (cm)	3,06
	r _y (cm)	1,81
	J (cm ⁴)	2,97

Tabla 2 Perfil 2L barra 1-7


PERFIL 2L 51X51X4,8		
	cordón inferior	
	area (cm ²)	9,44
	I _x (cm ⁴)	22,52
	I _y (cm ⁴)	42,55
	r _x (cm)	1,54
	r _y (cm)	2,09
	J (cm ⁴)	0,71

Tabla 3 Perfil 2L barra 4-10


PERFIL 2L 38x38x 3,2		
	cordón parante	
	area (cm ²)	4,74
	I _x (cm ⁴)	6,22
	I _y (cm ⁴)	13,98
	r _x (cm)	1,14
	r _y (cm)	1,71
	J (cm ⁴)	0,69

Tabla 4 Perfil L barras 3-11 y 5-9


PERFIL L 38x38x 3,2		
	cordón parante	
	area (cm ²)	2,37
	I _x (cm ⁴)	3,11
	I _y (cm ⁴)	3,11
	r _x (cm)	1,15
	r _y (cm)	1,15
	J (cm ⁴)	0,08

Tabla 5 Perfil L barras 6-8 y 12-2


PERFIL L 38x38x 3,2		
	cordón parante	
	area (cm ²)	2,37
	I _x (cm ⁴)	3,11
	I _y (cm ⁴)	3,11
	r _x (cm)	1,15
	r _y (cm)	1,15
	J (cm ⁴)	0,08

Tabla 6 Perfil L barras 4-9 y 4-11



PERFIL L 32x32x 3,2		
	cordón diagonal	
	area (cm ²)	1,97
	I _x (cm ⁴)	1,83
	I _y (cm ⁴)	1,83
	r _x (cm)	0,96
	r _y (cm)	0,96
	J (cm ⁴)	0,07

Tabla 7 Perfil L barras 5-8 y 3-12

PERFIL L 38x38x 3,2		
	cordón diagonal	
	area (cm ²)	2,37
	Ix(cm ⁴)	3,11
	Iy(cm ⁴)	3,11
	rx(cm)	1,15
	ry(cm)	1,15
	J (cm ⁴)	0,08

Análisis de carga

Para realizar el análisis de carga de la cubierta en estudio, se adoptan los códigos que rigen en la actualidad y así poder obtener las Q_u a la cual va a estar solicitada.

Determinación de la carga Q_{s1}

Cálculo Q_{s1} :(CIRSOC 101)

Peso / m² de la teja (Q_t):

$$Q_t = 0,9KN / m^2$$

Peso/ m² de la carpeta de mortero alivianado (Q_{mort}):

$$Q_{mort} = \gamma (\text{mort}) \times \text{espesor}$$

$$Q_{mort} = 19KN/m^2 \cdot 0,08cm = 1,52KN/m^2$$

Peso/ m² del entablonado de madera de pino(Q_{mad})

$$Q(\text{mad}) = \gamma(\text{mad}) \times \text{esp}$$

$$Q(\text{mad}) = 6KN/m^2 \times 0,0127m$$

$$Q(\text{mad}) = 0,0762KN/m^2$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

$$Q_{s1} = Q_t + Q_{mort} + Q(mad)$$

$$Q_{s1} = 0,9 + 1,52 + 0,0762 = 2,4962KN/m^2$$

$$Q_{s1} = 2,4962KN/m^2$$

Determinación de la carga Q_{s2}

La carga Q_{s2} que está compuesta por el peso de la chapa ondulada de acero zincado o aluminizado + carpeta de mortero alivianado + entablonado de madera de pino Paraná.

Calculo Q_{s2} (CIRSOC 101)

Peso / m^2 de la chapa acanalada ondulada de acero zincado o aluminizado(0,4mm de espesor) :

$$Q_{ch} = 0,4KN/m^2$$

Peso/ m^2 de la carpeta de mortero alivianado (Q_{mort}):

$$Q_{mort} = \gamma(mort) \times \text{espesor}$$

$$Q_{mort} = 19KN/m^2 \cdot 0,08cm = 1,52KN/m^2$$

Peso/ m^2 del entablonado de madera de pino(Q_{mad})

$$Q(mad) = \gamma(mad) \times esp$$

$$Q(mad) = 6 \frac{KN}{m^2} \times 0,0127m \quad Q(mad) = 0,0762 \frac{KN}{m^2}$$

$$Q_{s1} = Q_{ch} + Q_{mort} + Q(mad) \quad Q_{s1} = 0,4 + 1,52 + 0,0762 = 2,4962KN/m^2$$

$$Q_{s2} = 1,9962KN/m^2$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	-----------------------	-------------------------------------

Sobrecarga de diseño

Para la determinación de la sobrecarga de diseño se utiliza el reglamento CIRSOC 101, capítulo 4.

La cubierta del edificio es inaccesible, por lo tanto, en la tabla 4.1 del reglamento se especifica que este tipo de cubiertas se debe resolver con el artículo 4.9 del mismo.

La expresión para determinar la sobrecarga de uso según el artículo mencionado es:

$$L_r = 0,96 * R_1 * R_2$$

L_r : Sobrecarga de cubierta por metro cuadrado de proyección horizontal en kN/m^2 .

Los valores de R_1 y R_2 se obtienen en función del área tributaria de los elementos estructurales:

Los factores de reducción R_1 y R_2 se determinarán como sigue:

$R_1 = 1$	para $A_t \leq 19 \text{ m}^2$
$R_1 = 1,2 - 0,01076 A_t$	para $19 \text{ m}^2 < A_t < 56 \text{ m}^2$
$R_1 = 0,6$	para $A_t \geq 56 \text{ m}^2$

donde:

A_t área tributaria (ver comentarios artículo 4.8.1) en metros cuadrados soportada por cualquier elemento estructural y

$R_2 = 1$	para $F \leq 4$
$R_2 = 1,2 - 0,05 F$	para $4 < F < 12$
$R_2 = 0,6$	para $F \geq 12$

Determinación de R_1 :

Se determina el área tributaria de cada cabreada:

$$A_t = A * B = 10,00 \text{ m} * 4,00 \text{ m} = 40,00 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, corresponde un R_1

$$R_1 = 1,2 - 0,01076 A_t = 1,2 - 0,01076 * 40 = 0,78$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Determinación de R_2 :

El valor de F se determina con la siguiente expresión:

$$F = \text{Pendiente} [\%] * 0,12$$

Se determina la pendiente de nuestra cubierta:

$$\text{Pendiente} = \frac{1,90 \text{ m}}{\left(\frac{10,00 \text{ m}}{2}\right)} * 100 = 38,00 \%$$

Se determina el valor de F :

$$F = \text{Pendiente} [\%] * 0,12$$

$$F = 38,00 \% * 0,12 = 4,56$$

Por lo tanto, corresponde a la siguiente condición:

$$4 < 4,56 < 12$$

La expresión para calcular R_2 es la siguiente:

$$R_2 = 1,2 - 0,05 * F$$

$$R_2 = 1,2 - 0,05 * 4,56 = 0,972$$

Finalmente se calcula el valor de la sobrecarga con la expresión mencionada al principio:

$$L_r = 0,96 * R_1 * R_2$$

$$L_r = 0,96 * 0,78 * 0,972 = 0,72 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

El reglamento establece los límites del valor de L_r con la siguiente expresión:

$$0,58 \leq L_r \leq 0,96$$

Por lo tanto, se toma el valor mínimo de $L_r = 0,72 \text{ kN/m}^2$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	-----------------------	-------------------------------------

Análisis de carga de viento

De acuerdo a al trabajo realizado por Guevara y Pedro (2022), se obtiene los valores finales de cargas de viento que actúan en la cubierta.

Zona 1

$$\text{Carga (presión)} = 446 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times 1,23 \text{ m} = 0,55 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga para cada nudo: } 0,55 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times 1,30 \text{ m} = 0,715 \text{KN}$$

Zona 2

$$\text{Carga (presión)} = 446 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times 1,23 \text{ m} = 0,55 \frac{\text{KN}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga para cada nudo: } 0,55 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times 1,30 \text{ m} = 0,715 \text{KN}$$

Análisis de carga de nieve

Según el CIRSOC 104 la cubierta se considera de baja pendiente, debido a que la pendiente es de 18°.

La carga para una cubierta con pendiente se obtiene de la siguiente manera.

$$p_s = C_s \times p_f \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$p_f = 0,7 C_e C_t \cdot p_g \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

el valor de p_g (tabla 1.8- CIRSOC 104)

$$p_g = 0,3 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$$

Factor de exposición C_e (tabla 2 CIRSOC 104)

Para este caso se considera una superficie totalmente expuesta con una exposición de categoría B , lo cual el código nos da un valor de **$C_e=0,9$**

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Coefficiente de valor térmico C_t , (Tabla 3- CIRSOC 104)

En este caso se prevé que esta parte estar calefaccionada es decir una cubierta cálida, por lo cual el código nos da un valor de $C_t = 1,00$

Factor de importancia (Apéndice B –tabla 4- CIRSOC 104)

Se considera un factor de importancia IV, resultando un valor de **$I=1,20$**

Una vez obtenidos los coeficientes, se calcula el Valor p_f

$$p_f = 0,23 \frac{KN}{m^2}$$

Factor de pendiente para cubierta cálida

El código establece lo siguiente “Las cubiertas constituidas por placas con plegado múltiple, diente de sierra, o bóvedas cilíndricas continuas deben tener un coeficiente **$C_s = 1,0$** , sin reducción en la carga de nieve debido a la pendiente (por ejemplo **$p_s = p_f$**).”

Cargas de nieve no balanceadas

El código establece lo siguiente “ que se deben aplicar cargas no balanceadas a cubiertas con pendiente **$> 1,8^\circ$** , La carga de nieve no balanceada se debe incrementar desde **$0,5$** de la carga balanceada en la cumbre, (o sea **$0,5 p_f$**) hasta **2 veces** la carga balanceada dividida por el coeficiente **C_e** en el valle, (o sea **$2 p_f / C_e$**).”

$$\frac{2p_f}{C_e} = 0,51 \frac{KN}{m^2}$$

$$0,5C_e = 0,12 \frac{KN}{m^2}$$

Cargas debido a lluvias

No es necesario considerar una carga de lluvia debido a que la pendiente es mayor que 2,4, y aunque pg es menor a **1,0 kN/m²**, cumple con las condiciones mínimas establecidas en el punto 3.4 de CIRSOC 104

Inestabilidad por acumulación de agua

No es necesario porque la pendiente de la cubierta es mayor a 1,2°

Carga de hielo

No es necesario hacer el análisis de carga de hielo, ya que la zona de ubicación no está contemplada en el código (cap. 1.1 CIRSOC 104, pág. 115)



Figura 8 Diagrama de carga de nieve

Combinación de estados

Una vez obtenidos los estados de carga a los cuales estará sometida la cubierta, se aplica lo que dice el código CIRSOC 301.” La **resistencia requerida** de la estructura y de sus distintos elementos estructurales se debe determinar en función de la combinación de acciones mayoradas más desfavorable (combinación crítica). **“Se tendrá en cuenta que muchas veces la mayor resistencia requerida resulta de una combinación en que una o más acciones no están actuando”.**

“Como mínimo, se deberán analizar las siguientes combinaciones de acciones, con sus correspondientes factores de carga”

Tabla 8 combinación de cargas

	D	S	W1	W2	L	LR	
CARGA	1,910	0,510	0,550	-1,350	1,000	0,720	
CARGA LINEAL	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
QuI [KN/m]	1,910	0,510	0,550	-1,350	1,000	0,720	
COMBINACIONES	ELU						Q ULTIMO
	D	S	W1	W2	L	LR	[KN/m]
	Dead	Snow	Wind P	Wind S	Montaje	Mant. Cub.	
C1	1,4						2,674
	2,674						
C2a	1,2				1,6		
	2,292				1,6		3,892
C2b	1,2	0,5					
	2,292	0,255					2,547
C3a	1,2		0,5			1,6	
	2,292		0,275			1,152	3,719
C3b	1,2	1,6	0,5				
	2,292	0,816	0,275				3,383
C4a	1,2		1			0,5	
	2,292		0,55			0,36	3,202
C4b	1,2	0,5	1				
	2,292	0,255	0,55				3,097
C6	0,9			1,6			
	1,719			-1,35			0,369

Con el valor Qu obtenido de las combinaciones dadas por el código, se puede calcular el valor de Pu, que cae en los nudos de la estructura.

Calculo q (secundario)

Para determinar el q_s se debe multiplicar Q_u por el ancho tributario que corresponde a la mitad de la separación entre correas de madera de ambos lados, es decir en este caso corresponde a la longitud de la separación entre correas.

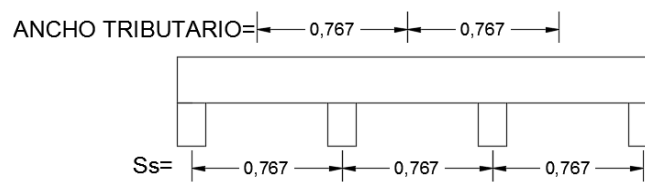


Figura 9 Distribución sobre correas

$$q_{sec} = Q_u \times \text{Ancho tributario}$$

$$q_{sec} = 3,719 \text{KN/m}^2 \times 0,767$$

$$q_{sec} = 2,852 \text{KN/m}$$



Calculo de reacciones y esfuerzos internos:

A continuación se calculará las reacciones y esfuerzos internos que le llegan a las correas secundarias de madera, cuya carga corresponde a la calculada $q(\text{secundaria})=2,852\text{KN/m}$

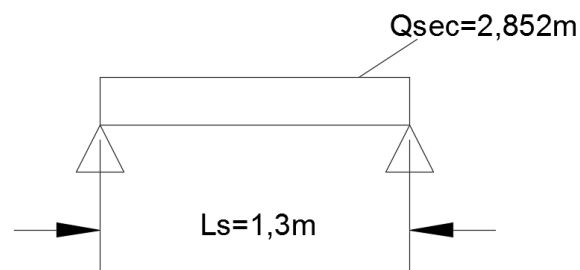


Figura 10 Esquema estructural de correa

Cálculo de reacciones:

$$\sum M_y = 0 = 2,852\text{KN/m} \times \frac{(1,3\text{m})^2}{2} - R_{By} \times 1,3\text{m} =$$
$$R_{By} = 1,8538\text{KN}$$

$$\sum F_y = 0 = 1,8538\text{KN} + R_{Ay} - 2,852\text{KN/m} \times 1,3\text{m}$$
$$R_{Ay} = 1,8538\text{KN}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Cálculo de momento flector:

$$M_{max} = \frac{q_s r x L_s^2}{8} =$$

$$M_{max} = \frac{2,852KN/m \times 1,3m^2}{8} = 0,602KNm$$

Cálculo del Esfuerzo de corte:

$$V_{max} = \frac{2,852KN/m \times 1,3}{2} = 1,8538KNm$$

Luego se sigue el análisis con las correas principales que están constituidas con perfil IPN 120.

A estas correas les llega las cargas puntuales de las correas secundarias de madera, estas cargas puntuales están separadas por una distancia uniforme a lo largo de la correa principal $S_s=0,767m$ y actúan tanto en los apoyos como a lo largo de la correa.

Para calcular la carga P se multiplica q_s por la separación entre las correas principales L_s y divide entre dos. Pero a las vigas intermedias le llega la carga por las dos correas consecutivas así que se debe multiplicar la carga por 2.

De esta forma la carga P quedaría:

$$P = \frac{2 \times q_s \times L_s}{2}$$

$$P = \frac{2 \times 2,852KN/m \times 1,3m}{2}$$

$$P = 3,708KN$$

A cada correa principal le llegan 7 cargas puntuales entre dos cabreadas, de las cuales 2 coinciden con los apoyos

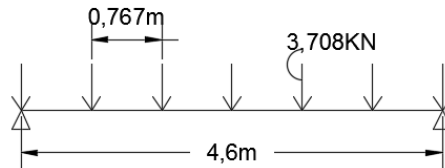


Figura 11 Esquema estructural

Cálculo de reacciones y esfuerzos internos:

Se procederá a calcular las reacciones y los esfuerzos internos que le llegan a la correa principal

Cálculo de reacciones:

$$R_{Ay} = R_{By} = 12,978KN$$

Cálculo del momento máximo:

$$M_{max} = 12,80KNm$$

Cálculo del V máximo:

$$V_{max} = 9,27KNm$$

Por último si se analiza el reticulado las reacciones de las correas principales le llegan al mismo como cargas puntuales, resultan que apoyan 9 correas principales en cada reticulado, de las cuales 2 coinciden a los vínculos y una está en el apoyo del centro.

La carga P en este caso corresponderá a la reacción de las correas principales

A estas cargas se les debe sumar las cargas de viento



Modelo estructural

Para poder obtener los esfuerzos internos a los que está sometida la estructura, se realiza un modelado de la misma mediante el software de cálculo estructural SAP2000 (CSI, 2020).

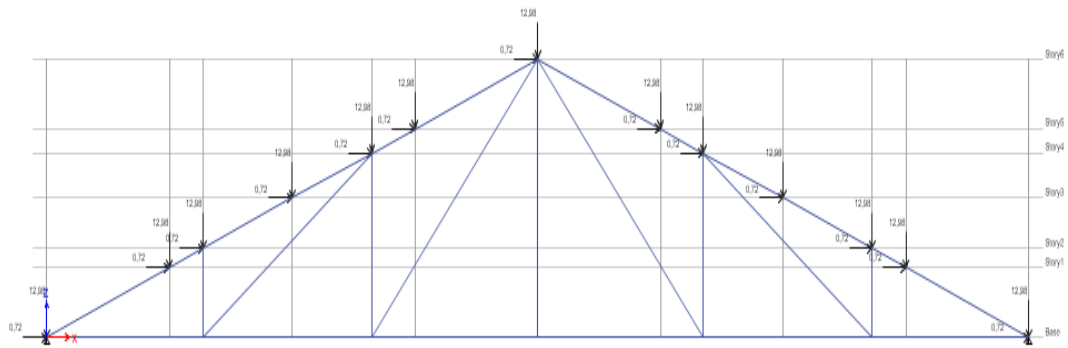


Figura 12 Modelo estructural

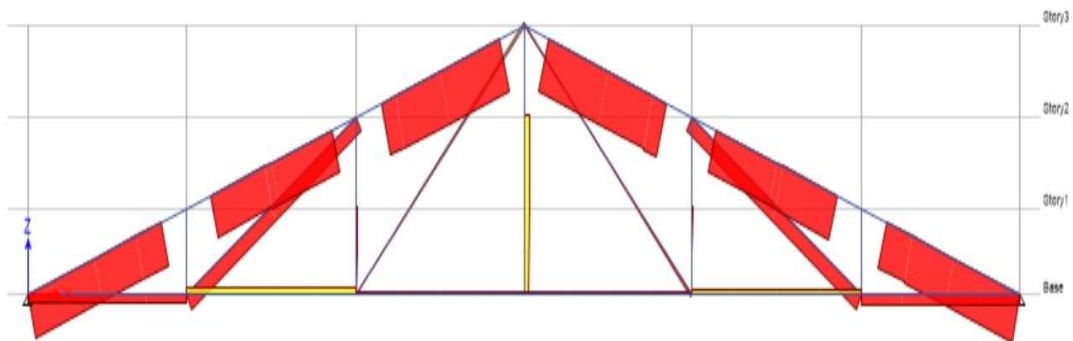


Figura 13 Diagrama de esfuerzos axiales

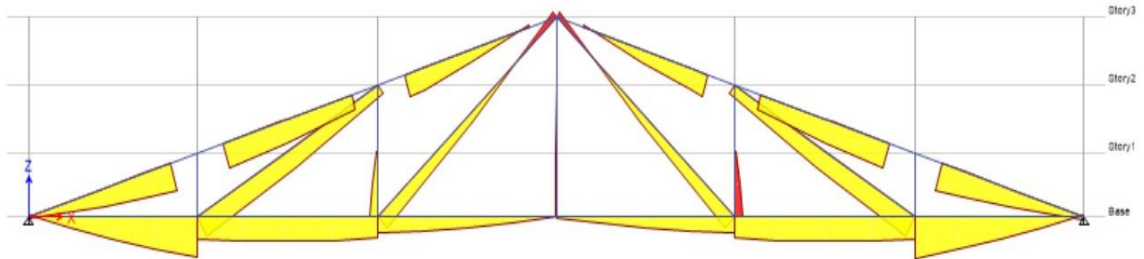


Figura 14 Diagrama de momentos flectores

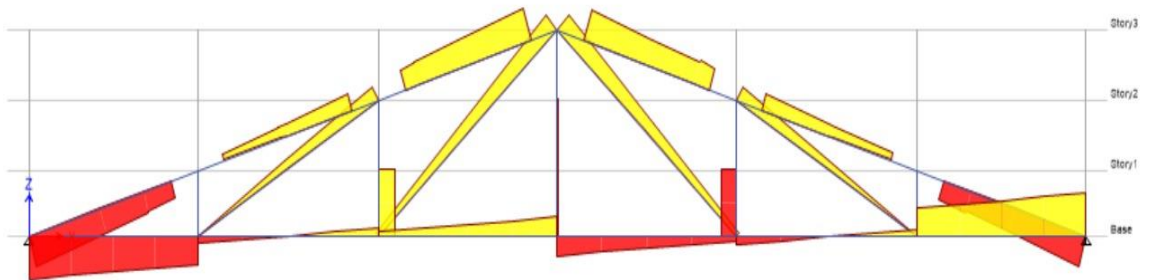


Figura 15 Diagrama de esfuerzos de corte

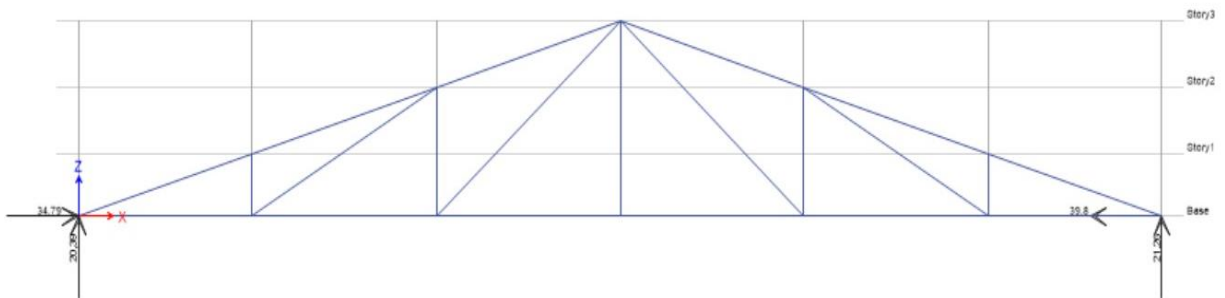


Figura 16 Reacciones de vínculo

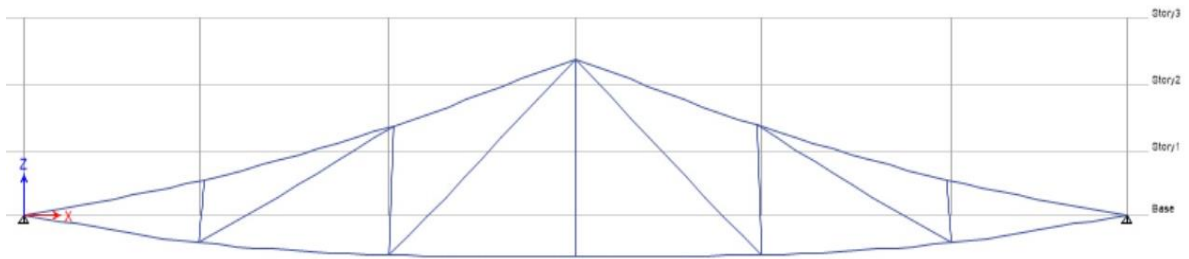


Figura 17 Deformada de la estructura

En la siguiente tabla podemos ver un resumen de los esfuerzos a los que se encuentran sometidas las barras que constituyen la estructura modelo.

Tabla 9 Resumen de esfuerzos internos en barras

Barras	ESFUERZOS		
	Axial [KN]	M.Flector[KN/m]	Corte[KN]
1_2	-105	19	-15
2_3	-99	17	14
3_4	-120	15	17
4_5	-120	15	17
5_6	-99	17	14
6_7	-105	19	-15
7_8	18	28	19
8_9	12	15	-4
9_10	-5	10	-7
10_11	-5	10	7
11_12	-12	15	4
12_1	-18	28	-19
12_2	1	3	0
12_3	-34	15	5
11_3	-7	6	8
11_4	5	10	6
10_4	16	0	0
9_4	5	10	6
9_5	-7	-6	-8
8_5	-34	15	5
8_6	1	3	0

 <p>F. R. M. U. T. N.</p>	<p>PROYECTO FINAL</p>	<p>AÑO ACADÉMICO 2023</p>
--	-----------------------	-------------------------------

Verificación de elementos en estado actual

Para estas verificaciones, se tuvo en cuenta de manera conservadora, y por falta de datos de ensayos a la estructura, un valor de la tensión de fluencia del acero $F_y=200$ MPa, debido a que en esos años en la cual se ejecutó la obra no se tenían tantos controles en los procesos constructivos de los aceros estructurales.

Verificación a Tracción

Para verificar los elementos de la cubierta sometidos a tracción, nos basamos en las condiciones de diseño que nos da el código CIRSOC 301.sección J.5.2

Primero se verifica si el área de los elementos relevados es mayor a las mínimas requeridas verificando la siguiente condición.

$$A_{g_{min}} [cm^2] = \frac{T_u [kN]}{\phi * f_y [MPa]} * 10 > A_{existente}$$

También se debe verificar la siguiente condición que establece el código CIRSOC 301, que dice lo siguiente “En **barras traccionadas** la esbeltez (kL/r) será menor o igual que **300.**”

La otra condición que se debe agregar es la de retraso de corte en las secciones que están unidas en una sola parte de su sección, el código tiene en cuenta esta situación a través de la siguiente expresión.

$$U = 1 - \frac{x}{L}$$

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Tabla 10 Verificación de esbelteces en barras traccionadas

	Barra	tipo	Ag(cm ²)	r min	long (cm)	λ	$\lambda_{lim}=300$
cordón superior	1--2	T	14,4	1,81	119	66	VERIFICA
	2--3	T	14,4	1,81	194	107	VERIFICA
	3--4	T	14,4	1,81	200	110	VERIFICA
	4--5	T	14,4	1,81	200	110	VERIFICA
	5--6	T	14,4	1,81	194	107	VERIFICA
	6--7	T	14,4	1,81	119	66	VERIFICA
diagonales	12--3	L	2,37	1,15	197	171	VERIFICA
	11--4	L	1,97	0,96	230	240	VERIFICA
	4--9	L	1,97	0,96	230	240	VERIFICA
	5--8	L	2,37	1,15	197	171	VERIFICA
parantes	12--2	L	2,37	1,15	45	39	VERIFICA
	11--3	2L	4,74	1,14	104	91	VERIFICA
	10--4	2L	4,74	1,14	153	134	VERIFICA
	9--5	2L	4,74	1,14	104	91	VERIFICA
	8--6	L	2,37	1,15	45	39	VERIFICA
cordon inferior	1--12	2L	9,44	1,54	155	101	VERIFICA
	12--11	2L	9,44	1,54	167	108	VERIFICA
	11--10	2L	9,44	1,54	164	106	VERIFICA
	10--9	2L	9,44	1,54	164	106	VERIFICA
	9--8	2L	9,44	1,54	167	108	VERIFICA
	8--7	2L	9,44	1,54	155	101	VERIFICA

Tabla 11 Verificación a tracción

	Barra	tipo	Ag(cm ²)	Tu (KN)	$U=1-X/L$	(cm ²) neces	condición
cordón superior	1--2	T	14,4	0,00	1	0,00	VERIFICA
	2--3	T	14,4	1,00	1	0,06	VERIFICA
	3--4	T	14,4	1,00	1	0,06	VERIFICA
	4--5	T	14,4	1,00	1	0,06	VERIFICA
	5--6	T	14,4	1,00	1	0,06	VERIFICA
	6--7	T	14,4	1,00	1	0,06	VERIFICA
diagonales	12--3	L	2,37	1,00	0,77	0,07	VERIFICA
	11--4	L	1,97	4,97	0,74	0,37	VERIFICA
	4--9	L	1,97	4,97	0,74	0,37	VERIFICA
	5--8	L	2,37	1,00	0,77	0,07	VERIFICA
parantes	12--2	L	2,37	0,75	1	0,04	VERIFICA
	11--3	2L	4,74	1,00	1	0,06	VERIFICA
	10--4	2L	4,74	15,64	0,74	1,17	VERIFICA
	9--5	2L	4,74	1,00	1	0,06	VERIFICA
	8--6	L	2,37	1,00	1	0,06	VERIFICA
cordon inferior	1--12	2L	9,44	1,00	1	0,06	VERIFICA
	12--11	2L	9,44	1,00	1	0,06	VERIFICA
	11--10	2L	9,44	1,00	1	0,06	VERIFICA
	10--9	2L	9,44	1,00	1	0,06	VERIFICA
	9--8	2L	9,44	11,93	1	0,66	VERIFICA
	8--7	2L	9,44	18,43	1	1,02	VERIFICA

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Verificación a compresión

También se debe verificar si las barras que componen la estructura resisten a compresión para ello se verifican las condiciones que brinda el código CIRSOC 301, teniendo en cuenta los valores del factor de longitud efectiva K, dichos valores los podemos encontrar en la figura C.2.4, del código CIRSOC 301-EL.

La verificación a compresión se hace dentro del plano y fuera del plano y se usan las siguientes expresiones.

$$L_p = k * L$$

$$\lambda = \frac{k * L}{r}$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} * \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$\text{Si } \lambda_c < 1,50 \quad F_{cr} = 0,658 \lambda_c^2 * \sigma$$

$$\text{Si } \lambda_c > 1,50 \quad F_{cr} = \frac{0,877}{\lambda_c^2} * \sigma$$

La resistencia nominal se determina mediante la siguiente ecuación

$$P_{cr} = F_{cr} * A_g$$

La resistencia de diseño se obtiene como:

$$P_d = \phi * P_{cr} \geq P_u \quad \text{con } \phi = 0,85$$

Si la barra que está sometida a este tipo de esfuerzos cumple la siguiente condición, no se tomarán medidas de refuerzo en caso contrario se deberá solucionar, hasta cumplirla.

$$P_d \geq P_u$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Otra característica que se deben cumplir las barras es la de su esbeltez máxima, CIRSOC 301 especifica lo siguiente “En **barras comprimidas** la esbeltez (kL/r) será menor o igual que **200.**”

Tabla 12 Verificación de esbeltez

	Barra	tipo	Ag(cm ²)	rx (cm)	L (cm)	λ	$\lambda_{lim}=200$
cordón superior	1--2	T	14,4	3,06	119	38,89	VERIFICA
	2--3	T	14,4	3,06	194	63,40	VERIFICA
	3--4	T	14,4	3,06	200	65,36	VERIFICA
	4--5	T	14,4	3,06	200	65,36	VERIFICA
	5--6	T	14,4	3,06	194	63,40	VERIFICA
	6--7	T	14,4	3,06	119	38,89	VERIFICA
diagonales	12--3	L	2,37	1,15	197	171,30	VERIFICA
	11--4	L	1,97	0,96	230	239,58	NO VERIFICA
	4--9	L	1,97	0,96	230	239,58	NO VERIFICA
	5--8	L	2,37	1,15	197	171,30	VERIFICA
parantes	12--2	L	2,37	1,15	45	39,13	VERIFICA
	11--3	2L	4,74	1,14	104	91,23	VERIFICA
	10--4	2L	4,74	1,14	153	134,21	VERIFICA
	9--5	2L	4,74	1,14	104	91,23	VERIFICA
	8--6	L	2,37	1,15	45	39,13	VERIFICA
cordon inferior	1--12	2L	9,44	1,54	155	100,65	VERIFICA
	12--11	2L	9,44	1,54	167	108,44	VERIFICA
	11--10	2L	9,44	1,54	164	106,49	VERIFICA
	10--9	2L	9,44	1,54	164	106,49	VERIFICA
	9--8	2L	9,44	1,54	167	108,44	VERIFICA
	8--7	2L	9,44	1,54	155	100,65	VERIFICA

Tabla 13 Verificación a compresión

	Barra	tipo	λ_c	Fcr (Mpa)	Pcr (KN)	Pd(KN)	Pu(KN)	Pd>Pu
cordón superior	1--2	T	0,39	187,56	270,09	229,58	106	VERIFICA
	2--3	T	0,64	168,63	242,82	206,40	98,79	VERIFICA
	3--4	T	0,66	166,83	240,23	204,20	119,54	VERIFICA
	4--5	T	0,66	166,83	240,23	204,20	119,54	VERIFICA
	5--6	T	0,64	168,63	242,82	206,40	98,79	VERIFICA
	6--7	T	0,39	187,56	270,09	229,58	105,3	VERIFICA
diagonales	12--3	L	1,73	100,86	23,90	20,32	34,3	NO VERIFICA
	11--4	L	2,41	72,11	14,21	12,08	0	VERIFICA
	4--9	L	2,41	72,11	14,21	12,08	0	VERIFICA
	5--8	L	1,73	100,86	23,90	20,32	34,3	NO VERIFICA
parantes	12--2	L	0,39	187,41	44,42	37,75	0	VERIFICA
	11--3	2L	0,92	140,47	66,58	56,60	6,7	VERIFICA
	10--4	2L	1,35	93,10	44,13	37,51	0	VERIFICA
	9--5	2L	0,92	140,47	66,58	56,60	6,7	VERIFICA
	8--6	L	0,39	187,41	44,42	37,75	0	VERIFICA
cordon inferior	1--12	2L	1,01	130,10	122,81	104,39	18,43	VERIFICA
	12--11	2L	1,09	121,40	114,60	97,41	11,93	VERIFICA
	11--10	2L	1,07	123,58	116,66	99,16	4,74	VERIFICA
	10--9	2L	1,07	123,58	116,66	99,16	4,74	VERIFICA
	9--8	2L	1,09	121,40	114,60	97,41	0	VERIFICA
	8--7	2L	1,01	130,10	122,81	104,39	0	VERIFICA

Pandeo flexional fuera del plano

Al realizar la verificación fuera del plano, las propiedades geométricas como el radio de giro cambian debido a que pandean en otra dirección, también la longitud del cordón inferior cambia debido a que no tiene ningún tipo de restricción con respecto al eje Y-Y

Tabla 14 Verificación de esbeltez

	Barra	tipo	Ag(cm ²)	ry(cm)	L (cm)	λ	$\lambda_{lim}=200$
cordón superior	1--2	T	14,4	1,81	119	66	VERIFICA
	2--3	T	14,4	1,81	194	107	VERIFICA
	3--4	T	14,4	1,81	200	110	VERIFICA
	4--5	T	14,4	1,81	200	110	VERIFICA
	5--6	T	14,4	1,81	194	107	VERIFICA
	6--7	T	14,4	1,81	119	66	VERIFICA
diagonales	12--3	L	2,37	1,15	197	171	VERIFICA
	11--4	L	1,97	0,96	230	240	NO VERIFICA
	4--9	L	1,97	0,96	230	240	NO VERIFICA
	5--8	L	2,37	1,15	197	171	VERIFICA
parantes	12--2	L	2,37	1,15	45	39	VERIFICA
	11--3	2L	4,74	1,71	104	61	VERIFICA
	10--4	2L	4,74	1,71	153	89	VERIFICA
	9--5	2L	4,74	1,71	104	61	VERIFICA
	8--6	L	2,37	1,15	45	39	VERIFICA
cordón inferior	1--7	2L	9,44	2,09	947	453	NO VERIFICA

Tabla 15 Verificación a compresión

	Barra	tipo	λ_c	Fcr (Mpa)	PCr (KN)	Pd(KN)	Pu(KN)	Pd>Pu
cordón superior	1--2	T	0,42453629	217,924733	313,811615	266,74	106	VERIFICA
	2--3	T	0,692101178	192,307991	276,923507	235,38	98,79	VERIFICA
	3--4	T	0,713506369	189,901432	273,458062	232,44	119,54	VERIFICA
	4--5	T	0,713506369	189,901432	273,458062	232,44	119,54	VERIFICA
	5--6	T	0,692101178	192,307991	276,923507	235,38	98,79	VERIFICA
	6--7	T	0,42453629	217,924733	313,811615	266,74	105,3	VERIFICA
diagonales	12--3	L	2,016168326	50,2960107	9,9083141	8,42	34,3	NO VERIFICA
	11--4	L	2,353902107	36,8986366	7,26903141	6,18	0	VERIFICA
	4--9	L	2,353902107	36,8986366	7,26903141	6,18	0	VERIFICA
	5--8	L	2,016168326	50,2960107	9,9083141	8,42	34,3	NO VERIFICA
parantes	12--2	L	0,427173161	217,71998	51,5996352	43,86	0	VERIFICA
	11--3	2L	0,663936453	195,406824	92,6228344	78,73	6,7	VERIFICA
	10--4	2L	0,976752667	157,632965	74,7180254	63,51	0	VERIFICA
	9--5	2L	0,663936453	195,406824	92,6228344	78,73	6,7	VERIFICA
	8--6	L	0,427173161	217,71998	51,5996352	43,86	0	VERIFICA
cordón inferior	1--7	2L	4,94644265	0,00838585	0,00791624	0,01	18,43	NO VERIFICA

Verificación al Pandeo flexo-torsional

Esta es otra verificación que se debe realizar a la cubierta, en primer lugar se realizará la verificación para las secciones con un eje de simetría.

En base a lo que especifica el CIRSOC 301, en el capítulo E, sección E.3, se procede a su verificación.

En este caso se tiene los perfiles T y 2L, que cumplen con estas condiciones.

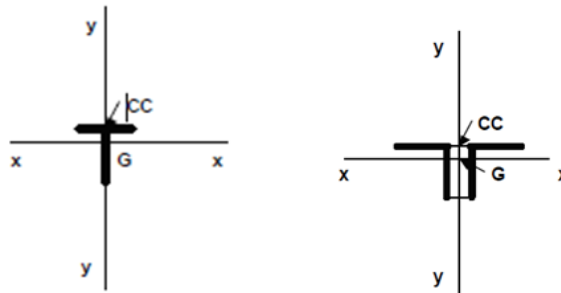


Figura 18 Ejes de referencias

La resistencia de diseño a pandeo flexo-torsional se obtiene de la siguiente manera:

$$Rd = \phi \times Pn \quad \phi = 0,85$$

La resistencia nominal

$$Pn = Fcr \times Ag \times (10^{-1})$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

La tensión crítica a pandeo flexo-torsional se obtiene con las mismas fórmulas de la tensión crítica a pandeo flexional F_{cr} , pero utilizando una esbeltez reducida.

$$\lambda_c = \lambda_e = \sqrt{\frac{F_y}{F_e}}$$

Siendo F_e la tensión crítica elástica de pandeo flexotorsional.

$$F_{crft} = \frac{(F_{ey} + F_{ez})}{2H} \times \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot F_{ey} \cdot F_{ez} \cdot H}{(F_{ey} + F_{ez})^2}} \right]$$

$$H = 1 - \left(\frac{X_o^2 + Y_o^2}{r_o^2} \right)$$

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(K_y \cdot \frac{L}{r_y} \right)^2}$$

$$F_{ez} = \left[\frac{\pi^2 \cdot E \cdot C_w}{(K_z \cdot L)^2} + G \cdot J \right] \cdot \frac{1}{A \cdot r_o^2}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Siendo

x_o, y_o = coordenadas del centro de corte con respecto al centro de gravedad.

Para secciones T y doble ángulo en contacto continuo, el eje Y es el eje de simetría por lo que $X_o=0$

A = área de la sección transversal de la barra. (cm²)

r_x, r_y = radios de giro respecto de los ejes principales x e y. (cm)

L = longitud real no arriestrada para el correspondiente modo y eje de pandeo. (cm)

r_o = Radio de giro polar respecto del centro de corte. (cm)

$$r_o^2 = X_o^2 + Y_o^2 + \frac{(I_x + I_y)}{A}$$

k_x, k_y = factores de longitud efectiva para pandeo flexional según los ejes respectivos.

k_z = factor de longitud efectiva para pandeo torsional ($k_z=1$ si los extremos de la barra tienen la torsión impedida y el alabeo libre).

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Tabla 16 Verificación al pandeo flexo torsional

	Barra	tipo	Ag(cm2)	esp ala	Xo	Yo	Jxx	Jyy	ro	H
cordón supe	1--2	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56	0,61
	2--3	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56	0,61
	3--4	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56	0,61
	4--5	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56	0,61
	5--6	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56	0,61
	6--7	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56	0,61
parantes	12--2	L	2,37						0,00	
	11--3	2L	4,74	3,2	0	1,03	6,22	13,98	2,31	0,80
	10--4	2L	4,74	3,2	0	1,03	6,22	13,98	2,31	0,80
	9--5	2L	2,37	3,2	0	1,03	6,22	13,98	3,10	0,89
	8--6	L								
	7--7	L								
cordón infer	1--7	2L	9,44	4,8	0	1,42	22,52	41,55	2,97	0,77

Tabla 17 Resultados verificación al pandeo flexo torsional

	Barra	tipo	J	Fcry	Fcrz	Fcrt	Pcr	Pd	Pu	Pd>Pu
cordón supe	1--2	T	2,97	166,5	764,7	151,80	218,597485	185,807862	106	VERIFICA
	2--3	T	2,97	122,8	764,7	114,89	165,436341	140,62089	98,79	VERIFICA
	3--4	T	2,97	119,1	764,7	111,66	160,786884	136,668851	119,54	VERIFICA
	4--5	T	2,97	119,1	764,7	111,66	160,786884	136,668851	119,54	VERIFICA
	5--6	T	2,97	122,8	764,7	114,89	165,436341	140,62089	98,79	VERIFICA
	6--7	T	2,97	166,5	764,7	151,80	218,597485	185,807862	105,3	VERIFICA
parantes	12--2	L		187,4						
	11--3	2L	0,71	170,9	2172,6	168,13	79,6917834	67,7380159	6,7	VERIFICA
	10--4	2L	0,71	142,4	2172,6	140,44	66,5693816	56,5839744	0	VERIFICA
	9--5	2L	0,71	170,9	2413,1	169,52	40,1760256	34,1496217	6,7	VERIFICA
	8--6	L		187,4					1	0
cordón infer	1--7	2L	0,75	8,4	696,7	8,40	7,9294171	6,74000453	18,43	NO VERIFICA

Pandeo flexo-torsional para perfiles L

En el caso de perfiles L la norma adopta una metodología distinta a la utilizada en el apartado anterior. Se calcula una esbeltez mayorada que contempla el efecto de alabeo en la sección. Las fórmulas a utilizar son las utilizadas en los apartados anteriores y se agregan las siguientes:

$$\text{Cuando } 0 \leq \frac{L}{r} \leq 80 \quad \left(\frac{k * L}{r}\right)_m = 72 + 0,75 * \frac{L}{r}$$

$$\text{Cuando } \frac{L}{r} \geq 80 \quad \left(\frac{k * L}{r}\right)_m = 32 + 1,25 * \frac{L}{r} \leq 200$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Tabla 18 Verificación pandeo flexo torsional perfiles L

Barra	tipo	Ag(cm2)	Lon	rox	K/lr	λlim=200	λ	e	Fcrt	Pcr	Pd	Pu	Pd>Pu
12--3	L	1,97	197	0,96	184,7	VERIFICA	262,86	8,31	2,54	0,50	0,59	34,3	NO VERIFICA
11--4	L	1,97	230	0,96	215,6	NO VERIFICA	301,53	9,54	1,93	0,38	0,45	0	VERIFICA
4-9	L	1,97	230	0,96	215,6	NO VERIFICA	301,53	9,54	1,93	0,38	0,45	0	VERIFICA
5--8	L	1,97	197	0,96	184,7	VERIFICA	262,86	8,31	2,54	0,50	0,59	34,3	NO VERIFICA
12--2	L	2,37	45	1,15	35,2	VERIFICA	98,41	3,11	18,11	4,29	5,05	0	VERIFICA
8--6	L	2,37	45	1,15	35,2	VERIFICA	98,41	3,11	18,11	4,29	5,05	6,7	NO VERIFICA

Verificación a flexión

Para verificar los elementos que se encuentran solicitados a flexión, se sigue el procedimiento que establece el código CIRSOC 301, en el apartado F.1.2(c).

Estado límite de plastificación

Para almas traccionadas:

$$M_n = F_y * Z_x * 10^{-3} \leq 1,5 M_y$$

Para almas comprimidas.

$$M_n = F_y * Z_x * 10^{-3} \leq 1,0 M_y$$

Siendo M_y :

$$M_y = F_y * S_x * 10^{-3}$$

Estado límite de Pandeo Lateral-Torsional

$$M_n = M_{cr} = \frac{10^{-3} * \pi * \sqrt{E * I_y * G * J}}{L_b} * \left[B + \sqrt{1 + B^2} \right]$$

$$B = 2,3 * \left(\frac{d}{L_b} \right) * \sqrt{I_y / J}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Siendo d la altura de la sección

El signo positivo de B se aplica cuando el alma esta traccionada, y el signo negativo cuando el alma esta comprimida. Si el borde libre del alma está comprimido en alguna sección de la viga a lo largo de la longitud no arriostrada se deberá usar signo negativo para B .

Para almas traccionadas:

$$M_n \leq 1,5 M_y$$

Para almas comprimidas.

$$M_n \leq 1,0 M_y$$

Estado límite de Pandeo Local para alas de sección te comprimidas.

Para secciones compactas no son aplicables.

Estado límite de Pandeo Local del alma de sección te comprimida por flexión.

Para resolver este estado el reglamento utiliza la teoría de placas y finalmente establece las siguientes fórmulas que resultan de una hipótesis conservadora:

$$M_n = F_{cr} * S_x * 10^{-3}$$

Para:

$$\frac{d}{t_w} \leq 376 \sqrt{\frac{1}{F_y}}$$

$$F_{cr} = F_y$$

Se resuelve:

$$M_n = F_{cr} * S_x * 10^{-3} = M_y = 6,04 \text{ kNm}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Tabla 19 Verificación a flexión

barra	Mu[KNm]	tipo	Sx[cm3]	My[KNm]	Zx[cm3]	Mp[KNm]	Lb [cm]	J
1--4	16,86	T	30,2	6,04	39,19	78,38	200	2,95
1--7	27,57	2L	2,24	0,448	3,5	7,00	940	0,16

Tabla 20 Verificación a flexión

barra	Iy[cm4]	d	B	condicion	Mcr	Md	verifica ?
1--4	47,46	9,8	0,45	compacta	357,67	321,90	VERIFICA
1--7	41,55	3,8	0,15	compacta	12,43	11,18	NO VERIFICA

Esfuerzos combinados

Dado que existen elementos de la cabreada que están sometidos a una combinación de esfuerzos, esta es otra condición que se debe verificar.

Esta verificación se realizó con las condiciones que especifica el código CIRSOC 301 en el capítulo H, sección H.1.1

Las expresiones a aplicar son las siguientes:

Para:

$$\frac{P_u}{\phi * P_n} \geq 0,2$$

$$\frac{P_u}{\phi * P_n} + \frac{8}{9} * \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b * M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b * M_{ny}} \right) \leq 1$$

Para:

$$\frac{P_u}{\phi * P_n} < 0,2$$

$$\frac{P_u}{2 * \phi * P_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b * M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b * M_{ny}} \right) \leq 1$$

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	----------------------	-----------------------	-------------------------------

Tabla 21 Verificación esfuerzos combinados

barra	tipo	PCr[KN]	Pd[KN]	PU[KN]	Pu/Pd
1--4	T	240	232,74	41,25	0,18
1--7	2L	8	7	8	1,14

Tabla 22 Verificación esfuerzos combinados

barra	Mcr[KN]	Md[KN]	Mu[KN]	comb	condicion
1--4	357,67	321,90	16,86	0,22	VERIFICA
1--7	12,43	11,18	27,57	3,04	NO VERIFICA

Correas

Del relevamiento de la estructura se determina que las correas existentes corresponden a un perfil IPN 120.

Dentro de esa categoría se introduce en la parte de cubierta el área de influencia de una correa.

$$Af = \left(\frac{53 \text{ m}}{13} \right) * 1,30 \text{ m} = 5,30 \text{ m}^2$$

Peso propio

Se utilizan los mismos valores obtenidos anteriormente

$$Q_D = 0,90 \text{ kN/m}^2$$

Nieve

Se utilizan los mismos valores obtenidos anteriormente

$$Q_D = 0,308 \text{ kN/m}^2$$

Sobrecarga de diseño

Para la determinación de la sobrecarga de diseño se utiliza el reglamento CIRSOC 101, capítulo 4.

La expresión para determinar la sobrecarga de uso según el artículo mencionado es:

$$Lr = 0,96 * R_1 * R_2$$

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

L_r : Sobrecarga de cubierta por metro cuadrado de proyección horizontal en kN/m^2 .

Los valores de R_1 y R_2 se obtienen en función del área tributaria de los elementos estructurales:

Los factores de reducción R_1 y R_2 se determinarán como sigue:

$$\begin{array}{ll}
 R_1 = 1 & \text{para } A_t \leq 19 \text{ m}^2 \\
 R_1 = 1,2 - 0,01076 A_t & \text{para } 19 \text{ m}^2 < A_t < 56 \text{ m}^2 \\
 R_1 = 0,6 & \text{para } A_t \geq 56 \text{ m}^2
 \end{array}$$

donde:

A_t área tributaria (ver comentarios artículo 4.8.1) en metros cuadrados soportada por cualquier elemento estructural y

$$\begin{array}{ll}
 R_2 = 1 & \text{para } F \leq 4 \\
 R_2 = 1,2 - 0,05 F & \text{para } 4 < F < 12 \\
 R_2 = 0,6 & \text{para } F \geq 12
 \end{array}$$

Determinación de R_1 :

Se determina el área tributaria de cada correa:

$$A_t = A * B = \left(\frac{53 \text{ m}}{13}\right) * 1,30 \text{ m} = 5,30 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, corresponde un $R_1 = 1$

Determinación de R_2 :

El valor de F se determina con la siguiente expresión:

$$F = \text{Pendiente } [\%] * 0,12$$

Se determina la pendiente de nuestra cubierta:

$$\text{Pendiente} = \frac{4,50 \text{ m}}{\left(\frac{23,15 \text{ m}}{2}\right)} * 100 = 38,88 \%$$

Se determina el valor de F:

$$F = \text{Pendiente } [\%] * 0,12$$

$F = 38,88 \% * 0,12 = 4,66$ Por lo tanto, corresponde a la siguiente condición:

$$4 < 4,66 < 12$$

La expresión para calcular R2 es la siguiente:

$$R_2 = 1,2 - 0,05 * F$$

$$R_2 = 1,2 - 0,05 * 4,66 = 0,97$$

Finalmente se calcula el valor de la sobrecarga con la expresión mencionada al principio:

$$L_r = 0,96 * R_1 * R_2$$

$$L_r = 0,96 * 1 * 0,97 = \mathbf{0,93 \frac{kN}{m^2}}$$

El reglamento establece los límites del valor de L_r con la siguiente expresión:

$$0,58 \leq L_r \leq 0,96 \rightarrow \text{Verifica}$$

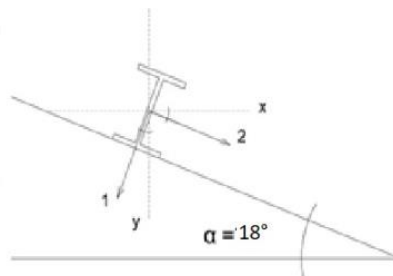


Figura 19 Correa de techo

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Verificación

Una vez obtenidos los esfuerzos internos en el apartado anterior se procede a verificar la correa existente materializada con un perfil IPN 120, el cual es un dato obtenido del relevamiento de la estructura.

Las siguientes verificaciones se realizarán por separado para la sección correspondiente al apoyo y al tramo.

Apoyo

Se realiza la verificación según el eje principal de la sección en el apoyo.

En primera instancia se calcula la sección necesaria en función del valor de momento al que está sometida la correa en la sección del apoyo. A continuación, se exponen los cálculos:

Plastificación

Se realiza una verificación:

$$Z_x = \frac{M_1}{\phi * f_y}$$

$$Z_x = \frac{5,21 \text{ kNm}}{0,90 * 200 \text{ MPa}} * 10^3 = 28,94 \text{ cm}^3$$

Para un IPN 120 se tiene $Z_x = 63,60 \text{ cm}^3$, por lo tanto, es mayor al Z_x necesario.

$$M_p = Z_x * f_y$$

$$M_p = 63,60 \text{ cm}^3 * 200 \text{ MPa} * 10^{-3} = 12,72 \text{ kNm}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Pandeo Local del alma

Para un elemento rigidizado, caso 16 se tiene:

$$\lambda_p = 1680 * \sqrt{\frac{1}{f_y}} = 118$$

$$\lambda_r = 2559 * \sqrt{\frac{1}{f_y}} = 181$$

Según las dimensiones del perfil se tiene:

$$\lambda_w = \frac{h_w}{t_w} = 18$$

$\lambda_w < \lambda_p$ – Alma Compacta

Por lo tanto, alcanza el momento de plastificación.

Pandeo Local del ala

Para un elemento no rigidizado:

$$\lambda_p = 170 * \sqrt{\frac{1}{f_y}} = 12$$

$$\lambda_r = 370 * \sqrt{\frac{1}{f_L}} = 29$$

Siendo el valor de f_L igual al 70% del valor de f_y para secciones laminadas.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	-----------------------	-------------------------------------

Según las dimensiones del perfil se tiene:

$$\lambda_w = \frac{b_f}{2 * t_f} = 3,77$$

$\lambda_f < \lambda_p$ – Alma Compacta

Por lo tanto, alcanza el momento de plastificación.

Pandeo Lateral Torsional

Se verifica el pandeo lateral torsional de la correa. De la tabla IRAM correspondiente a las características del perfil IPN 120 que se ha adoptado, se obtienen los siguientes valores que serán necesarios para el cálculo:

$$L_p = 57 \text{ cm}$$

$$L_r = 269 \text{ cm}$$

$$r_y = 1,23 \text{ cm}$$

$$X_1 = 28382 \text{ MPa}$$

$$S_x = 54,70 \text{ cm}^3$$

La longitud no arriostrada L_b se debe tomar entre puntos fijos a desplazamiento lateral y no entre puntos de momento nulo. Se tiene entonces una longitud no arriostrada L_b de 418 cm

$$L_r < L_b$$

La condición expuesta implica que el momento crítico produce tensiones máximas dentro del campo elástico o sea que $E =$ constante. El momento crítico se calcula con las ecuaciones elásticas correspondientes a cada forma seccional. La tensión máxima en la sección para que se cumpla la hipótesis para el límite $L_b = L_r$ depende de la forma seccional. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede ver la condición para nuestro elemento.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Por lo tanto, corresponde aplicar las siguientes expresiones:

$$M_n = M_{cr} \leq M_p$$

$$C_b = \frac{12,5 M_{max}}{2,5 M_{max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} \geq 1$$

S_x : Módulo resistente elástico de la sección con respecto al eje principal de mayor inercia (cm^3)

C_b : Factor de corrección por diagrama del momento flector.

De acuerdo al diagrama de momentos obtenidos corresponde el siguiente valor de C_b :

$$C_b = 1,33 \geq 1$$

El cálculo del momento crítico se realiza de la siguiente manera:

$$M_{cr} = \frac{10^{-3} * 1,28 * C_b * S_x * X_1}{L_b / r_y}$$

$$M_{cr} = \frac{10^{-3} * 1,28 * 1,33 * 54,70 \text{ cm}^3 * 28382 \text{ MPa}}{418 \text{ cm} / 1,23 \text{ cm}} = 7,80 \text{ kNm}$$

$$M_n = 7,80 \text{ kNm} \leq 12,72 \text{ kNm}$$

Finalmente se expone un resumen para cada ELU:

Plastificación:

$$M_d = \emptyset * M_n = 0,90 * 12,72 \text{ kNm} = 11,45 \text{ kNm}$$

Pandeo local del alma:

$$M_d = \emptyset * M_n = 0,90 * 12,72 \text{ kNm} = 11,45 \text{ kNm}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	-----------------------	-------------------------------------

Pandeo local del ala:

$$M_d = \emptyset * M_n = 0,90 * 12,72 \text{ kNm} = 11,45 \text{ kNm}$$

Pandeo lateral torsional:

$$M_d = \emptyset * M_n = 0,90 * 12,72 \text{ kNm} = 11,45 \text{ kNm}$$

Se verifica la sección:

$$M_u \leq M_d = \emptyset * M_n$$

$$5,21 \text{ kNm} \leq 11,45 \text{ kNm}$$

El perfil IPN 120 verifica frente al esfuerzo de momento flector según uno de sus ejes principales, por lo que a continuación se analiza su desempeño en el otro sentido.

Plastificación

Se realiza una verificación:

$$Z_y = \frac{M_2}{\emptyset * f_y}$$

$$Z_y = \frac{2,10 \text{ kNm}}{0,90 * 200 \text{ MPa}} * 10^3 = 21,55 \text{ cm}^3$$

Para un IPN 120 se tiene $Z_y = 12,24 \text{ cm}^3$, por lo tanto, es menor al Z_y necesario.

$$M_p = Z_y * f_y$$

$$M_p = 12,24 \text{ cm}^3 * 200 \text{ MPa} * 10^{-3} = 2,44 \text{ kNm}$$

Para los estados límites últimos de pandeo local del alma y alas se determinó que corresponden a secciones compactas, por lo tanto, alcanzan el momento de plastificación.

Cuando la sección flexa alrededor del eje débil no es aplicable el fenómeno de pandeo lateral-torsional.

Finalmente se expone un resumen para cada ELU:

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Plastificación:

$$M_d = \phi * M_n = 0,90 * 2,44 \text{ kNm} = 2,19 \text{ kNm}$$

Pandeo local del alma:

$$M_d = \phi * M_n = 0,90 * 2,44 \text{ kNm} = 2,19 \text{ kNm}$$

Pandeo local del ala:

$$M_d = \phi * M_n = 0,90 * 2,44 \text{ kNm} = 2,19 \text{ kNm}$$

Se verifica la sección:

$$M_u \leq M_d = \phi * M_n$$

$$2,10 \text{ kNm} \leq 2,19 \text{ kNm}$$

El perfil IPN 120 verifica frente al esfuerzo de momento flector según el eje débil, por lo que no es necesaria la intervención en este perfil.

Resumen de barras

En este resumen se detalla en las barras que componen la cabreada tipo, mostrando en cuáles son las solicitaciones a las que no verifican de acuerdo a lo indicado en los análisis anteriores para luego poder definir cuáles son las soluciones posibles a estos problemas.

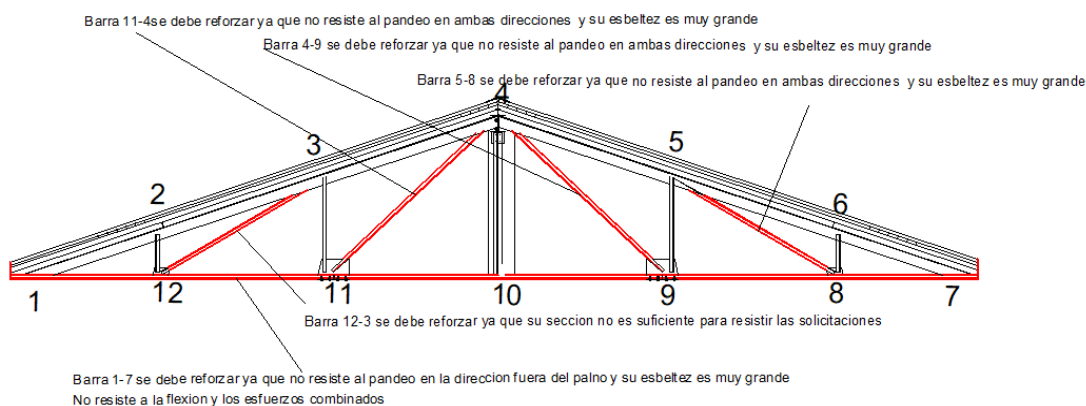


Figura 20 Fallas de barras en cabreada tipo

Tabla 23 Resumen de solicitaciones

BARRA	SOLICITACIONES					
	Tracción	Compresión	Com.fuera del plano	flex torsión	flexión	Esf.combinados
1_2	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2_3	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3_4	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4_5	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5_6	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6_7	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7_8	SI	NO	NO	NO	NO	NO
8_9	SI	NO	NO	NO	NO	NO
9_10	SI	NO	NO	NO	NO	NO
10_11	SI	NO	NO	NO	NO	NO
11_12	SI	NO	NO	NO	NO	NO
12_1	SI	NO	NO	NO	NO	NO
12_2	SI	NO	NO	NO	NO	NO
12_3	SI	NO	NO	NO	SI	SI
11_3	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11_4	SI	NO	NO	SI	SI	SI
10_4	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9_4	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9_5	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8_5	SI	NO	NO	SI	SI	SI
8_6	SI	SI	SI	SI	SI	SI

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Lineamientos para reforzar cubierta de techo

Con las premisas que se mencionan en el apartado anterior, se plantean los lineamientos a tener en cuenta para reforzar las barras de la estructura estudiada, y así poder llegar a la solución óptima y conveniente en todos los sentidos tanto constructiva como económica, sin alterar la arquitectura y tipología estructural de la misma para poder conservar el patrimonio histórico que la misma representa.

Barra 12-3 y 5-8

Estas barras si bien cumplen las condiciones de esbeltez límite, las mismas no están verificando las solicitaciones a pandeo, dando un valor de resistencia de diseño muy bajo, por lo que planteamos las siguientes posibles soluciones a tener en cuenta a la hora de la rehabilitación.

Adosar otro perfil y así obtener una mayor área resistente y también reducir la esbeltez, aumentando todas las características geométricas de la barra tales como, inercia, radio de giro etc.

Agregar una diagonal en el otro sentido y así poder redistribuir los esfuerzos a los que va a estar sometida.

Barra 11-4 y 4-9

Estas barras, no cumplen las condiciones de esbeltez limite marcada por el código CIRSOC 301..

En los siguientes puntos se proponen posibles soluciones.

Agregar una planchuela o un perfil L pegado al existente y así aumentar la inercia y el radio de giro de toda la sección, poder reducir la esbeltez de la barra.

Otra solución es disminuir la longitud de pandeo de la barra, colocando otra barra en la diagonal opuesta y así reducir a la mitad la longitud de pandeo.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Barra 1-7

Esta barra pertenece al cordón al inferior de la cubierta y es la que más problemas presenta debido a su gran longitud. Las posibles soluciones a esta problemática son las siguientes:

- Reducir la longitud de pandeo, a través de barra longitudinales que se unan entre todas las cabreadas.
- Otra solución es aumentar la sección de la barra mediante una planchuela por debajo de los perfiles 2L.
- Colocar 2 perfiles L y así formar un tubo cuadrado, el cual le proporcionará mayor inercia y radio de giro.
- Colocar un puntal tipo L, unidos mediante planchuelas soldadas a los IPN 120 que componen la cubierta de techo en la parte superior y a los perfiles del cordón inferior.

Si bien estas soluciones a los problemas presentados por la estructura que estará sometida al sistema de cargas y sobrecargas calculado, solo sirven como parámetros en los cuales se deberán tener en cuenta a la hora de realizar el trabajo de una manera más detallada y profunda, para una futura reutilización del este patrimonio.

También para poder tener un mejor rendimiento estructural de la cubierta con estos parámetros mencionados, se deberán tener en cuenta los siguientes puntos tanto previo a la refuncionalización de la misma y posterior al refuerzo.

- Se deberá limpiar todas las cabreadas eliminando el polvo que se encuentran adherido usando el método más conveniente según los profesionales que estén a cargo en un futuro.
- Se deberá arenar o, lijar para eliminar el óxido
- Una vez limpias se deberá pintar con pintura anti óxido.
- La cubierta debe mantenerse en condiciones permanentemente, con el fin de que no se produzcan filtraciones que puedan perjudicar la estructura.

El mantenimiento de pintura se deberá realizar en los tiempos correspondientes, haciendo así un plan de mantenimiento a lo largo de su uso.

Luego de realizado el trabajo, se tendrán que hacer los controles pertinentes cada un cierto tiempo con el fin de observar posibles fallas estructurales en un futuro

Refuerzo estructural propuesto

En base a lo establecido en el apartado anterior y a las posibles soluciones que se plantearon se optó por las que se nombran a continuación debido a que las mismas representan una facilidad en su etapa constructiva y rapidez en la ejecución.

Barra 12-3, 5-8, 4-9 y 11-4

Para solucionar el problema de estas barras, se decidió adosar un perfil al lado del existente, con lo cual se logrará mejorar las siguientes características con respecto a la condición anterior.

- Aumentar área
- Aumentar radio de giro
- Aumentar inercia

Tabla 24 Refuerzo barras 12-3 y 5-8

PERFIL 2L 38x38x 3,2	
cordón diagonal	
area (cm ²)	4,74
Ix(cm ⁴)	6,22
Iy(cm ⁴)	13,98
rx(cm)	1,14
ry(cm)	1,71
J (cm ⁴)	0,71

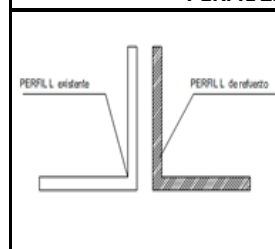
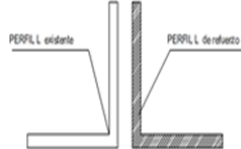


Tabla 25 Refuerzo barras 11-4 y 4-9

PERFIL 2L 32x32x 3,2		
	cordón diagonal	
	area (cm ²)	1,97
	Ix(cm ⁴)	1,83
	Iy(cm ⁴)	1,83
	rx(cm)	0,96
	ry(cm)	0,96
	J (cm ⁴)	0,65

Barra 1-7

Para esta barra la solución más óptima a la que se llegó es acortar su longitud en tres tramos iguales, lo cual va solucionar la mayor parte de sus fallas ante las sollicitaciones que se encuentra sometida.

Esta solución se va a materializar con un perfil ángulo conectado al cordón mediante una planchuela soldada al mismo

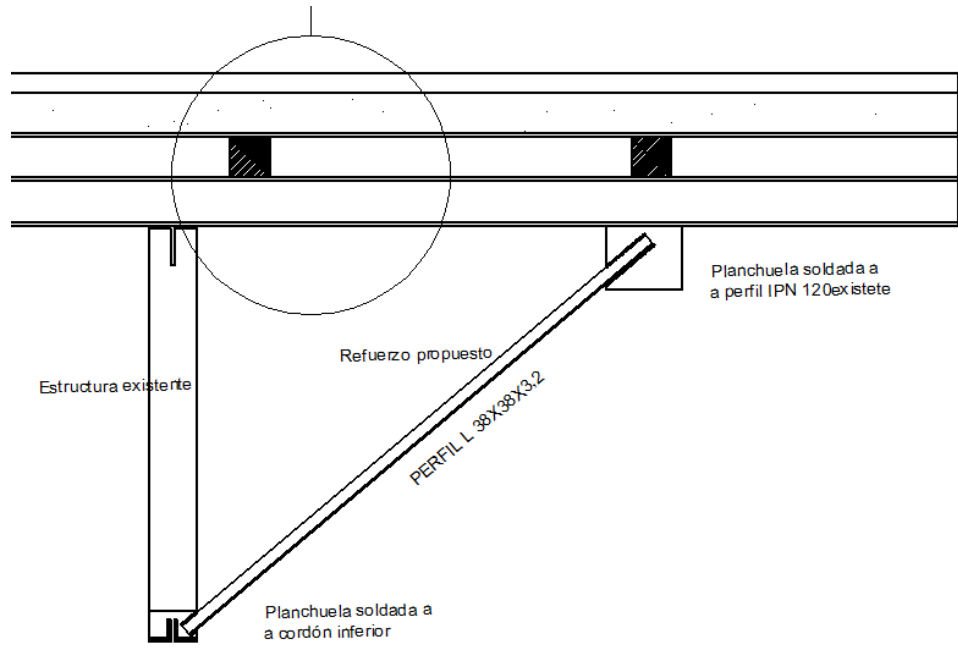


Figura 21 Detalle refuerzo cordón inferior

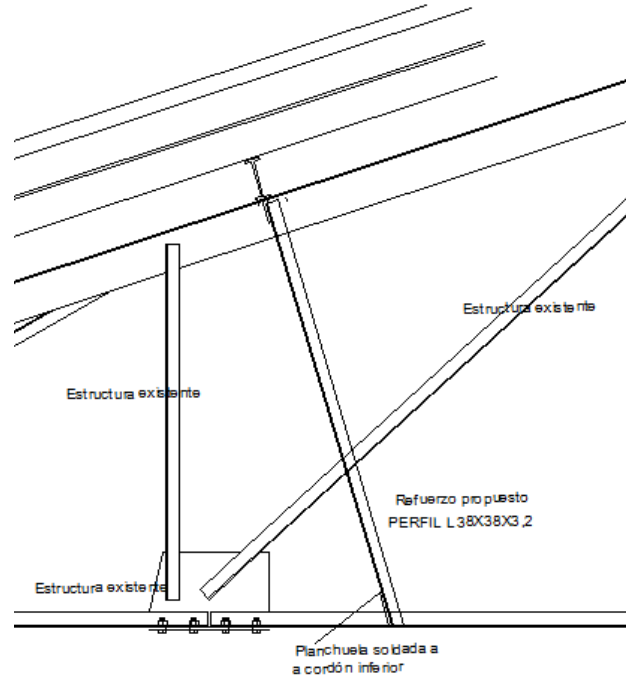


Figura 22 Detalle refuerzo cordón inferior vista

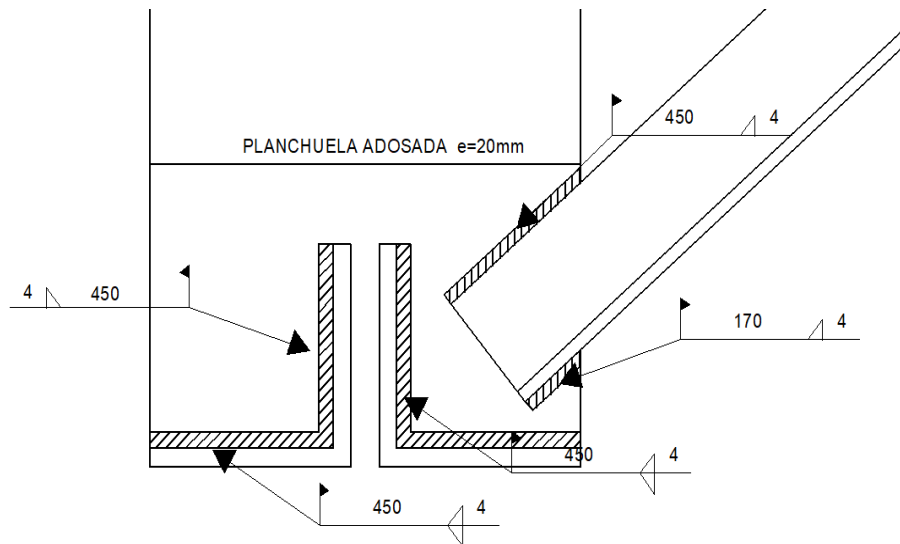


Figura 23 Detalle de soldaduras

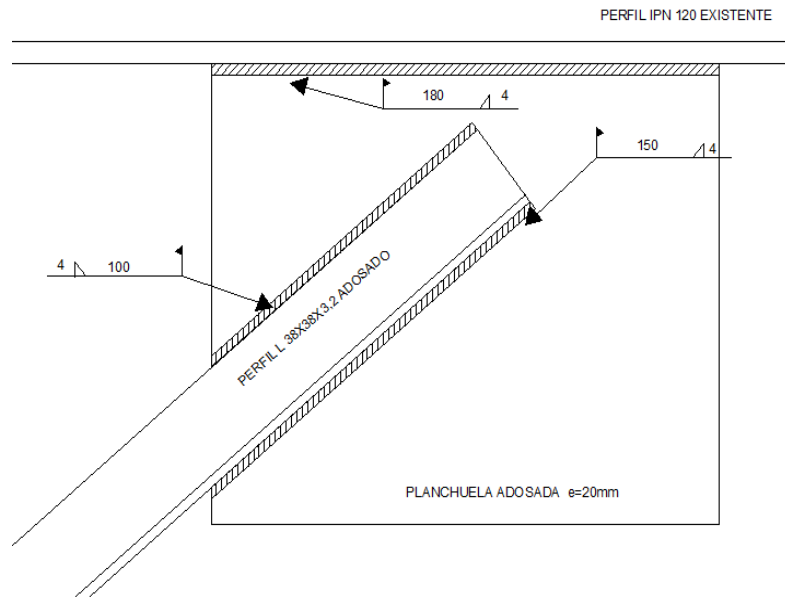


Figura 24 Detalle soldadura en correa

Con los refuerzos propuestos, la cabreada tipo queda en como se muestra en la figura 25.

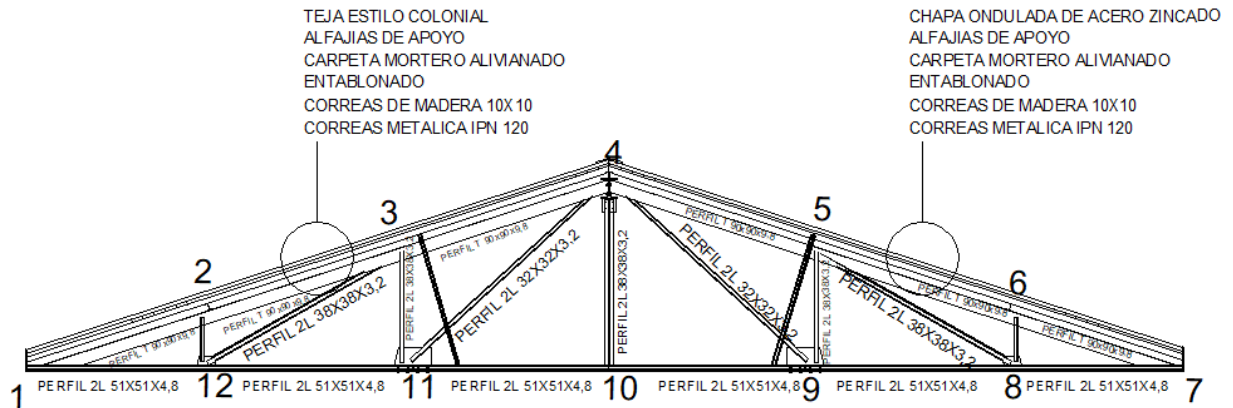


Figura 25 Cabreada tipo reforzada

Verificaciones a solicitaciones con planteo estructural propuesto

En la siguiente sección se procede a verificar la estructura con los refuerzos propuestos siguiendo los mismos procedimientos matemáticos planteados anteriormente, y deben cumplir con las condiciones establecidas por código $Rd > Ru$.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Verificación a tracción

En este estado tensional las barras cumplían con todas las especificaciones dadas por el código, tales como el área mínima, esbeltez y resistencia requerida.

A continuación se muestra los resultados con la nueva disposición estructural.

Tabla 26 Verificación a tracción estructura propuesta

	Barra	tipo	Ag(cm ²)	r min	long [cm]	λ	$\lambda_{lim=300}$
cordón superior	1--2	T	14,4	3,06	119	39	VERIFICA
	2--3	T	14,4	3,06	194	63	VERIFICA
	3--4	T	14,4	3,06	200	65	VERIFICA
	4--5	T	14,4	3,06	200	65	VERIFICA
	5--6	T	14,4	3,06	194	63	VERIFICA
	6--7	T	14,4	3,06	119	39	VERIFICA
diagonales	12--3	2L	4,72	1,31	197	150	VERIFICA
	11--4	2L	3,94	1,12	230	205	VERIFICA
	4--9	2L	3,94	1,12	230	205	VERIFICA
	5--8	2L	4,72	1,31	197	150	VERIFICA
parantes	12--2	L	2,37	1,15	45	39	VERIFICA
	11--3	2L	4,74	1,14	104	91	VERIFICA
	10--4	2L	4,74	1,14	153	134	VERIFICA
	9--5	2L	4,74	1,14	104	91	VERIFICA
	8--6	L	2,37	1,15	45	39	VERIFICA
cordon inferior	1--12	2L	9,44	1,54	155	101	VERIFICA
	12--11	2L	9,44	1,54	167	108	VERIFICA
	11--10	2L	9,44	1,54	164	106	VERIFICA
	10--9	2L	9,44	1,54	164	106	VERIFICA
	9--8	2L	9,44	1,54	167	108	VERIFICA
	8--7	2L	9,44	1,54	155	101	VERIFICA

Tabla 27 Verificación a tracción estructura propuesta

	Barra	tipo	Tu (KN)	U=1-X/L	Ag (cm2) necesaria	condición
cordón superior	1--2	T	0,00	1	0,00	VERIFICA
	2--3	T	1,00	1	0,06	VERIFICA
	3--4	T	1,00	1	0,06	VERIFICA
	4--5	T	1,00	1	0,06	VERIFICA
	5--6	T	1,00	1	0,06	VERIFICA
	6--7	T	1,00	1	0,06	VERIFICA
diagonales	12--3	2L	1,00	0,77	0,07	VERIFICA
	11--4	2L	4,97	0,74	0,37	VERIFICA
	4--9	2L	4,97	0,74	0,37	VERIFICA
	5--8	2L	1,00	0,77	0,07	VERIFICA
parantes	12--2	L	0,75	1	0,04	VERIFICA
	11--3	2L	1,00	1	0,06	VERIFICA
	10--4	2L	15,64	0,74	1,17	VERIFICA
	9--5	2L	1,00	1	0,06	VERIFICA
	8--6	L	1,00	1	0,06	VERIFICA
cordon inferior	1--12	2L	1,00	1	0,06	VERIFICA
	12--11	2L	1,00	1	0,06	VERIFICA
	11--10	2L	1,00	1	0,06	VERIFICA
	10--9	2L	1,00	1	0,06	VERIFICA
	9--8	2L	11,93	1	0,66	VERIFICA
	8--7	2L	18,43	1	1,02	VERIFICA

Verificación a compresión

Tabla 28 Compresión en el plano con refuerzo

	Barra	tipo	Ag(cm2)	rx (cm)	L (cm)	λ	$\lambda_{lim}=200$
cordón superior	1--2	T	14,4	1,81	119	65,75	VERIFICA
	2--3	T	14,4	1,81	194	107,18	VERIFICA
	3--4	T	14,4	1,81	200	110,50	VERIFICA
	4--5	T	14,4	1,81	200	110,50	VERIFICA
	5--6	T	14,4	1,81	194	107,18	VERIFICA
	6--7	T	14,4	1,81	119	65,75	VERIFICA
diagonales	12--3	2L	4,74	1,31	197	135,34	VERIFICA
	11--4	2L	3,94	1,12	230	184,82	VERIFICA
	4--9	2L	3,94	1,12	230	184,82	VERIFICA
	5--8	2L	4,74	1,31	197	135,34	VERIFICA
parantes	12--2	L	2,37	1,15	45	39,13	VERIFICA
	11--3	2L	4,74	1,14	104	91,23	VERIFICA
	10--4	2L	4,74	1,14	153	134,21	VERIFICA
	9--5	2L	4,74	1,14	104	91,23	VERIFICA
	8--6	L	2,37	1,15	45	39,13	VERIFICA
cordon inferior	1--12	2L	9,44	1,54	155	100,65	VERIFICA
	12--11	2L	9,44	1,54	167	108,44	VERIFICA
	11--10	2L	9,44	1,54	164	106,49	VERIFICA
	10--9	2L	9,44	1,54	164	106,49	VERIFICA
	9--8	2L	9,44	1,54	167	108,44	VERIFICA
	8--7	2L	9,44	1,54	155	100,65	VERIFICA

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Tabla 29 Compresión en el plano con refuerzo

	Barra	λ_c	Fcr (Mpa)	PCr (KN)	Pd(KN)	Pu(KN)	Pd>Pu
cordón superior	1--2	0,66	166,47	239,72	203,76	106	VERIFICA
	2--3	1,08	122,81	176,85	150,32	98,79	VERIFICA
	3--4	1,11	119,10	171,51	145,78	119,54	VERIFICA
	4--5	1,11	119,10	171,51	145,78	119,54	VERIFICA
	5--6	1,08	122,81	176,85	150,32	98,79	VERIFICA
	6--7	0,66	166,47	239,72	203,76	105,3	VERIFICA
diagonales	12--3	1,36	91,90	43,56	37,03	34,3	VERIFICA
	11--4	1,86	93,48	36,83	31,31	0	VERIFICA
	4--9	1,86	93,48	36,83	31,31	0	VERIFICA
	5--8	1,36	150,00	71,10	60,43	34,3	VERIFICA
parantes	12--2	0,39	187,41	44,42	37,75	0	VERIFICA
	11--3	0,92	140,47	66,58	56,60	6,7	VERIFICA
	10--4	1,35	93,10	44,13	37,51	0	VERIFICA
	9--5	0,92	140,47	66,58	56,60	6,7	VERIFICA
	8--6	0,39	187,41	44,42	37,75	0	VERIFICA
cordon inferior	1--12	1,01	130,10	122,81	104,39	18,43	VERIFICA
	12--11	1,09	121,40	114,60	97,41	11,93	VERIFICA
	11--10	1,07	123,58	116,66	99,16	4,74	VERIFICA
	10--9	1,07	123,58	116,66	99,16	4,74	VERIFICA
	9--8	1,09	121,40	114,60	97,41	0	VERIFICA
	8--7	1,01	130,10	122,81	104,39	0	VERIFICA

Compresión fuera del plano

Tabla 30 Fuera del plano

	Barra	tipo	Ag(cm2)	ry(cm)	L (cm)	λ	$\lambda_{lim}=200$
cordón superior	1--2	T	14,4	3,06	119	38,89	VERIFICA
	2--3	T	14,4	3,06	194	63,40	VERIFICA
	3--4	T	14,4	3,06	200	65,36	VERIFICA
	4--5	T	14,4	3,06	200	65,36	VERIFICA
	5--6	T	14,4	3,06	194	63,40	VERIFICA
	6--7	T	14,4	3,06	119	38,89	VERIFICA
diagonales	12--3	2L	4,74	1,34	197	132,31	VERIFICA
	11--4	2L	3,94	1,15	230	180,00	VERIFICA
	4--9	2L	3,94	1,15	230	180,00	VERIFICA
	5--8	2L	4,74	1,34	197	132,31	VERIFICA
parantes	12--2	L	2,37	1,15	45	39,13	VERIFICA
	11--3	2L	4,74	1,71	104	60,82	VERIFICA
	10--4	2L	4,74	1,71	153	89,47	VERIFICA
	9--5	2L	4,74	1,71	104	60,82	VERIFICA
	8--6	L	2,37	1,15	45	39,13	VERIFICA
cordon inferior		2L	9,44	2,09	378,8	181,24	VERIFICA
		2L	9,44	2,09	378,8	181,24	VERIFICA
		2L	9,44	2,09	378,8	181,24	VERIFICA

Tabla 31 Verificación fuera del plano

	Barra	λ_c	Fcr (Mpa)	PCr (KN)	Pd(KN)	Pu(KN)	Pd>Pu
cordón superior	1--2	0,39	220	317	270	106	VERIFICA
	2--3	0,64	198	285	243	98,79	VERIFICA
	3--4	0,66	196	282	240	119,54	VERIFICA
	4--5	0,66	196	282	240	119,54	VERIFICA
	5--6	0,64	198	285	243	98,79	VERIFICA
	6--7	0,39	220	317	270	105,3	VERIFICA
diagonales	12--3	1,33	99	47	40	34,3	VERIFICA
	11--4	1,81	53	21	18	0	VERIFICA
	4--9	1,81	53	21	18	0	VERIFICA
	5--8	1,33	99	47	40	34,3	VERIFICA
parantes	12--2	0,39	1129	268	228	0	VERIFICA
	11--3	0,61	468	222	188	6,7	VERIFICA
	10--4	0,90	216	102	87	0	VERIFICA
	9--5	0,61	468	222	188	6,7	VERIFICA
cordon inferior	8--6	0,39	1129	268	228	0	VERIFICA
		1,83	58	55	47	18,43	VERIFICA
		1,83	58	55	47	18,43	VERIFICA
		1,83	58	55	47	18,43	VERIFICA

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Verificación al pandeo flexo torsional

En este caso las diagonales de la cabreada se verifican de una manera distinta a la anterior debido a que su configuración cambia a dos perfiles ángulo.

Tabla 32 Verificación al pandeo flexo torsional

	Barra	tipo	Ag(cm2)	esp ala	Xo	Yo	Jxx	Jyy	ro
cordón supe	1--2	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56
	2--3	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56
	3--4	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56
	4--5	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56
	5--6	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56
	6--7	T	14,4	0,8	0	2,85	135,42	47,46	4,56
parantes	12--2	2L	2,37						0,00
	11--3	2L	4,74	3,2	0	1,03	6,22	13,98	2,31
	10--4	2L	4,74	3,2	0	1,03	6,22	13,98	2,31
	9--5	2L	2,37	3,2	0	1,03	6,22	13,98	3,10
	8--6	2L							
cordón infer	1--7	2L	9,44	4,8	0	1,42	22,52	41,55	2,97
diagonales	12--3	2L	4,74			1,03	8,14	16,28	2,49
	11--4	2L	3,94	3,2	0	0,89	4,95	10,84	2,19
	4--9	2L	3,94	3,2	0	0,89	4,95	10,84	2,19
	5--8	2L	4,74	3,2	0	1,03	8,14	16,28	2,49

Tabla 33 Verificación al pandeo flexo torsional

	Barra	H	J	Fcry	Fcrz	Fcrt	Pcr	Pd	Pu	Pd>Pu
cordón supe	1--2	0,61	2,97	220,4	764,7	194,50	280,09	238,07	106	VERIFICA
	2--3	0,61	2,97	198,1	764,7	177,27	255,27	216,98	98,79	VERIFICA
	3--4	0,61	2,97	196,0	764,7	175,60	252,87	214,94	119,54	VERIFICA
	4--5	0,61	2,97	196,0	764,7	175,60	252,87	214,94	119,54	VERIFICA
	5--6	0,61	2,97	198,1	764,7	177,27	255,27	216,98	98,79	VERIFICA
	6--7	0,61	2,97	220,4	764,7	194,50	280,09	238,07	105,3	VERIFICA
parantes	12--2	L		1129,4						
	11--3	0,80	0,71	467,5	2172,6	444,72	210,80	179,18	6,7	VERIFICA
	10--4	0,80	0,71	216,0	2172,6	211,48	100,24	85,20	0	VERIFICA
	9--5	0,89	0,71	467,5	2413,1	455,79	108,02	91,82	6,7	VERIFICA
	8--6	L		1129,4				1,00	0	VERIFICA
cordón infer	1--7	0,77	0,75	58,3	696,7	57,10	53,90	45,82	18,43	VERIFICA
diagonales	12--3	0,83	0,75	98,8	1966,1	97,91	46,41	39,45	34,3	VERIFICA
	11--4	0,83	0,75	53,4	3061,7	53,22	20,97	17,82	0	VERIFICA
	4--9	0,83	0,75	53,4	3061,7	53,22	20,97	17,82	0	VERIFICA
	5--8	0,83	0,75	98,8	1966,1	97,91	46,41	39,45	34,3	VERIFICA

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	----------------------	-----------------------	-------------------------------

Verificación a flexión

Tabla 34 Verificación a flexión

barra	Mu[KNm]	tipo	Sx[cm ³]	My[K]	Zx[cm ³]	Mp[KNm]	Lb [cm]	J	Iy[cm ⁴]
1--4	16,86	T	30,2	6,04	39,19	78,38	200	2,95	47,46
1--7	27,57	2L	2,24	0,45	3,5	7,00	313,3	0,16	41,55

Tabla 35 Verificación a flexión

barra	Mu[KNm]	d	B	condicion	Mcr	Md	verifica ?
1--4	16,86	9,8	0,45	compacta	357,67	321,90	VERIFICA
1--7	27,57	3,8	0,45	compacta	49,63	44,67	VERIFICA

Verificación a esfuerzos combinados

Tabla 36 Verificación a esfuerzos combinados

barra	tipo	PCr[KN]	Pd[KN]	PU[KN]	Pu/Pd	Mcr[KN]
1--4	T	240	232,74	41,25	0,18	357,67
1--7	2L	8	47	18	0,38	49,63

Tabla 37 Verificación a esfuerzos combinados

barra	tipo	Md[KN]	Mu[KN]	comb	condicion
1--4	T	321,90	16,86	0,22	VERIFICA
1--7	2L	44,67	27,57	0,93	VERIFICA

En la siguiente tabla se puede observar como el refuerzo propuesto da un resultado favorable ante las solicitudes que se encuentra.

Tabla 38 Resumen solicitudes con refuerzo

BARRA	SOLICITACIONES					
	Tracción	Compresión	Com.fuera del plano	flex torsión	flexión	Esf.combinados
1_2	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2_3	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3_4	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4_5	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5_6	SI	SI	SI	SI	SI	SI
6_7	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7_8	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8_9	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9_10	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10_11	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11_12	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12_1	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12_2	SI	SI	SI	SI	SI	SI
12_3	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11_3	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11_4	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10_4	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9_4	SI	SI	SI	SI	SI	SI
9_5	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8_5	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8_6	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Restauración de cubierta

Como se mencionó anteriormente la cubierta está en muy mal estado debido al paso del tiempo y del nulo mantenimiento a lo largo de estos años.

Como principal medida para poder restaurarla es realizar el desmantelamiento por completo todo el entablonado, correas de madera, chapas y tejas que componen la misma.

Para ello realizamos un análisis económico de este proceso en el cual se tratará de poder recuperar en las zonas de tejas todas las que sean posibles ya que la fachada representa un gran valor histórico..

Como se puede observar en la siguiente imagen son muchos los sectores de la cubierta que se encuentran en estas condiciones.



Figura 26 Sector cubierta

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	----------------	-----------------------

En la siguiente imagen se puede ver la zona en la cual estamos analizando en la cual se detallan las siguientes áreas a trabajar.

- Sup a extraer de tejas 295 m²
- Sup de chapa 2100 m²

Como primera medida en ambas zonas de trabajo será recuperar en su mayor parte las chapas y tejas, dándole prioridad a las tejas de la fachada tratando de recuperar la mayor cantidad de ellas para luego volver a colocarlas nuevamente.



Figura 27 Vista aérea de zona de trabajo

A continuación se muestra las zonas de trabajo en el sector en estudio.

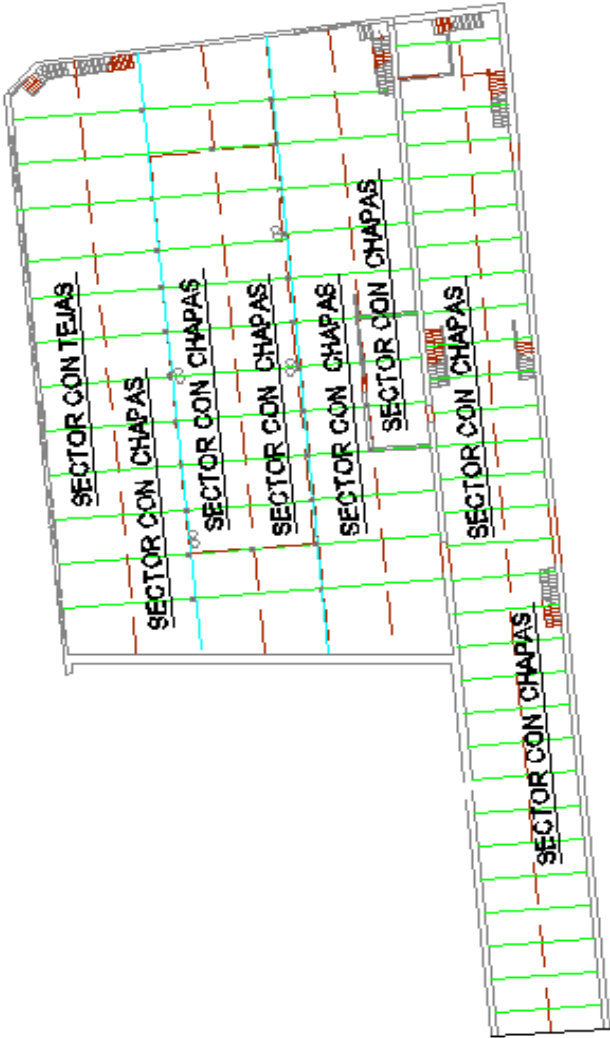


Figura 28 Zonificación de trabajo

Restauración cubierta

De la zona en la cual se debe extraer tanto chapas como teja es, la misma superficie de trabajo a la que se debe colocar nuevamente el entablonado y tejas en el sector de calle Minuzzi y chapas en el resto de los sectores.

Una vez terminado el trabajo la cubierta del sector debe quedar en las mismas características constructivas en las cuales se construyó en esa época.

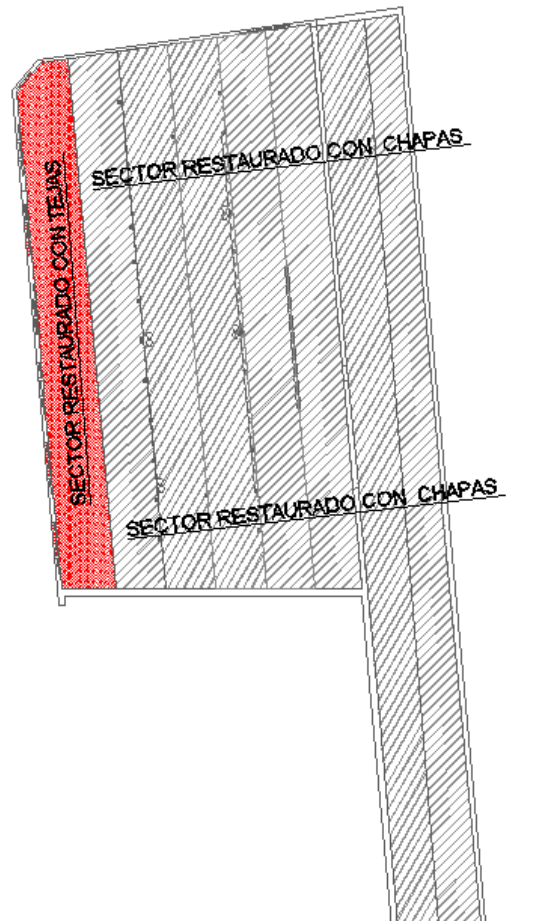


Figura 29 Cubierta restaurada

Desagües pluviales

Uno de los principales problemas además de los estructurales, es la parte de los desagües pluviales y su falta de mantenimiento a lo largo de estos años, hoy presenta un gran deterioro por lo cual se plantea una solución, en base a lo relevado en obra, se llega a la siguiente solución.

- El sector tejas desagua libremente sobre calle Minuzzi
- Los desagües de los demás sectores serán recolectados por medio de una canaleta de chapa galvanizada
- El agua de las canaletas a medida que avance serán recolectadas por medio de cañería PVC con pendiente adecuada hacia la dirección correspondiente.
- Las canaletas contarán con una pendiente mínima del 1% hacia calle Belgrano, las otras canaletas del sector sur que es el sector de mayor longitud descargarán las aguas una parte hacia calle Belgrano y otra hacia calle San Martín.

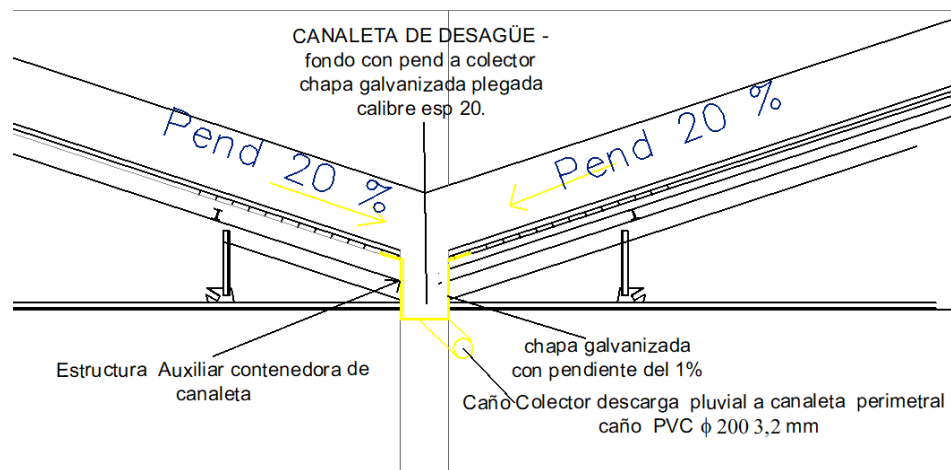


Figura 30 Detalle desagüe pluvial

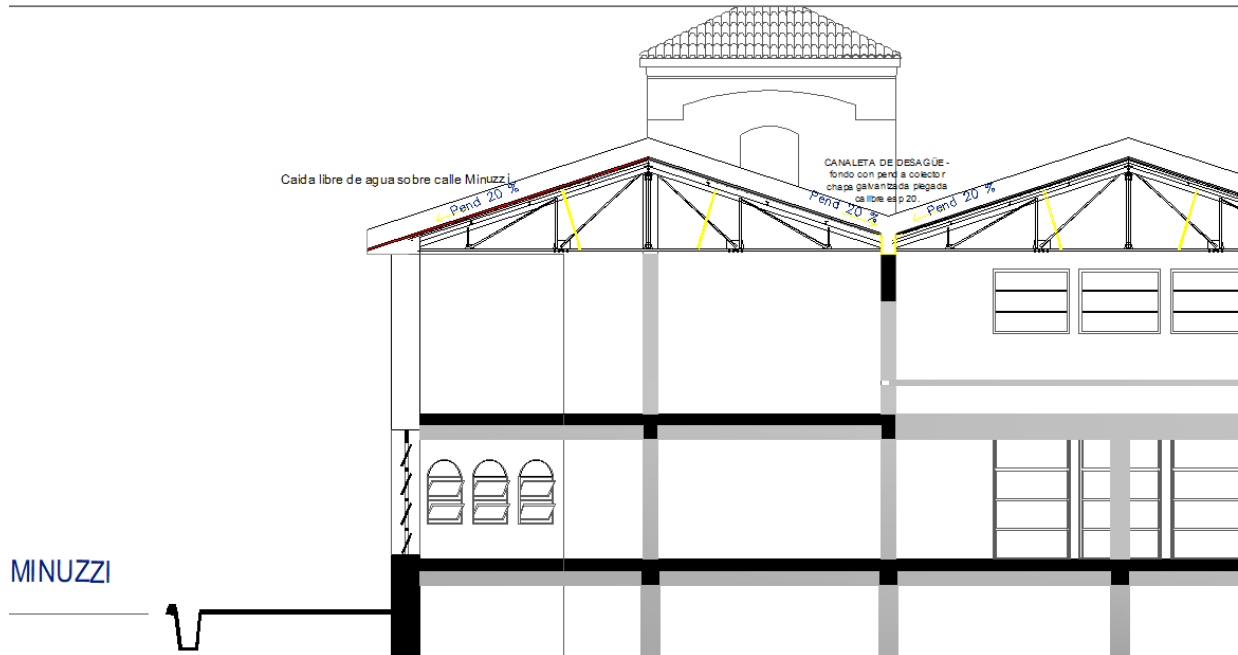


Figura 31 Vista desagüe

Panta de desagües pluviales

En la planta de desagües pluviales que se muestra a continuación se puede ver como se distribuyen las canaletas de chapa galvanizada las cuales redireccionan el agua acumulada hacia los caños de lluvia CLL marcados en el mismo, y de ahí es trasladada en caños de PVC que van aumentando su diámetro a medida que el caudal va creciendo, hasta luego ser llevados a los canales que están por la calle Belgrano.



Figura 32 Planta desagües pluviales

En el siguiente corte longitudinal se puede observar cómo será la distribución de los desagües pluviales que se ha planteado los cuales serán evacuados la cañería de PVC hacia los canales que están por calle Belgrano.

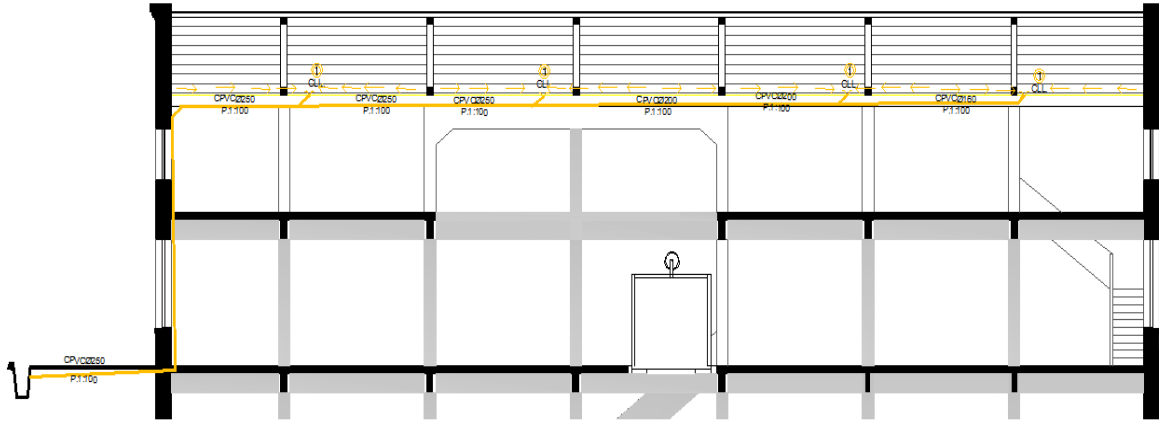


Figura 33 Corte longitudinal

Capítulo 3

Losas de hormigón

Las losas de entrepiso son de hormigón armado, en la imagen se puede ver los problemas de humedad que tiene, producto de que la cubierta de techo se encuentra en muy malas condiciones y el agua de lluvia se ha filtrado lo que ha provocado corrosión sectorizada de sus armaduras en correspondencia con antiguas fisuras, originadas posiblemente en exceso de sobrecargas., las losas de todos los niveles tienen un espesor de 15cm, como ya se mencionó al ser de hormigón armado, se la puede tipificar como diafragma rígido.



Figura 34 Losa de entrepiso

Fenómeno de carbonatación

De acuerdo con ensayos realizados por el Ceredetec, se ha encontrado un alto grado de carbonatación en las estructuras de hormigón de ese sector.

La carbonatación del concreto es la pérdida de PH cuando el dióxido de carbono CO_2 que se encuentra en la atmosfera reacciona con la humedad dentro de los poros del concreto y convierte el hidróxido del calcio $Ca(OH)_2$ con un alto PH, en carbonato de calcio $CaCO_3$ que tiene un PH más neutral.

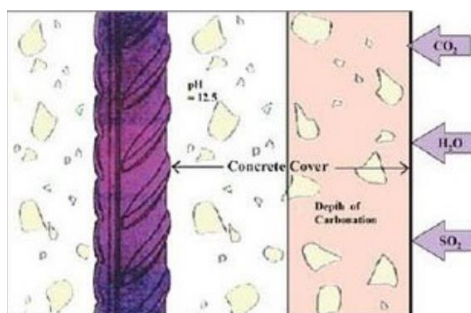


Figura 35 Carbonatación

Los factores que inciden en el incremento de la carbonatación son:

Contenido de humedad: Para que inicie la carbonatación debe haber presencia de humedad. Avanza más rápido cuando la humedad relativa en el hormigón se encuentra entre 50 y 55 %; con humedad más baja no hay suficiente agua en los poros para se disuelva cantidades significativas de hidróxido de calcio; con una humedad por arriba del 75 % los poros se bloquean progresivamente de agua impidiendo la carbonatación

Permeabilidad del Hormigón: El hormigón permeable se carbonatará más rápidamente. Un hormigón con baja permeabilidad genera muchos años de protección contra la carbonatación ya que se tienen una menor cantidad de poros y capilares por donde se incrusta el CO_2 a la estructura del concreto

Recubrimiento del hormigón y defectos de superficie: La carbonatación puede inclusive causar problemas de corrosión aún en hormigones de alta calidad. Un recubrimiento de bajo de espesor y defectos de superficie tales como grietas y pequeños hoyos con una ruta directa para que se realice el

ataque de la carbonatación y comenzar con el proceso de oxidación del acero de refuerzo. En la siguiente imagen podemos observar el deterioro que presentan las losas debido a las filtraciones de agua que producen los días de lluvia. También se puede observar una pérdida del recubrimiento de las armaduras provocando que las mismas queden expuestas a los agentes exteriores

La causa principal de Carbonatación en las losas estudiadas, son el alto contenido de humedad producido por el agua acumulada de lluvia y la gran cantidad de concentración de dióxido de carbono a los cuales estuvo sometida debido a la actividad industrial que se realizó en el sector.



Figura 36 Carbonatación en losa

Resistencia a compresión

La resistencia a la compresión del hormigón es un parámetro muy importante, pero los ensayos realizados son muy pocos en función del gran volumen que tiene la obra.

De acuerdo a ensayos realizados por el Ceredetec, mediante la extracción de testigos de hormigón en la zona de estudio se obtuvo valores de resistencia a la compresión, de todos esos valores se realizó un promedio por cada nivel.

Tabla 39 Promedio de resistencias a compresión

cuerpo	nivel	resistencia [MPa]
A	-2	25,6
A	-1	21
A	0	18,5

Estos valores promedios de resistencia son muy elevados debido a la carbonatación que presentan los mismos.

El CIRSOC 201 establece lo siguiente:

La resistencia individual de cada testigo es igual o mayor que 0,75 de la Resistencia especificada.

$$f'_{ci} \geq 0,75 f'_c$$

La **resistencia media de los testigos extraídos** del elemento estructural o del sector de la estructura de hormigón que se analiza es igual o mayor que **0,85** de la resistencia especificada más **5 MPa**.

$$f'_{cm} \geq 0,85(f'_c + 5\text{MPa})$$

Con esas condiciones expresadas por el Código realiza un promedio de las resistencias a la compresión obteniendo los siguientes valores.

Tabla 40 Resistencias adoptadas por nivel

cuerpo	nivel	resistencia [MPa]	$f'_{cm} \geq 0,85 (f'c + 5 \text{ MPa})$
A	-2	25,6	21
A	-1	21	18
A	0	18,5	16

Nota: aunque estas especificaciones que establece el código no son aplicables a obras existentes, pueden servir de guía.

Plano de estructura

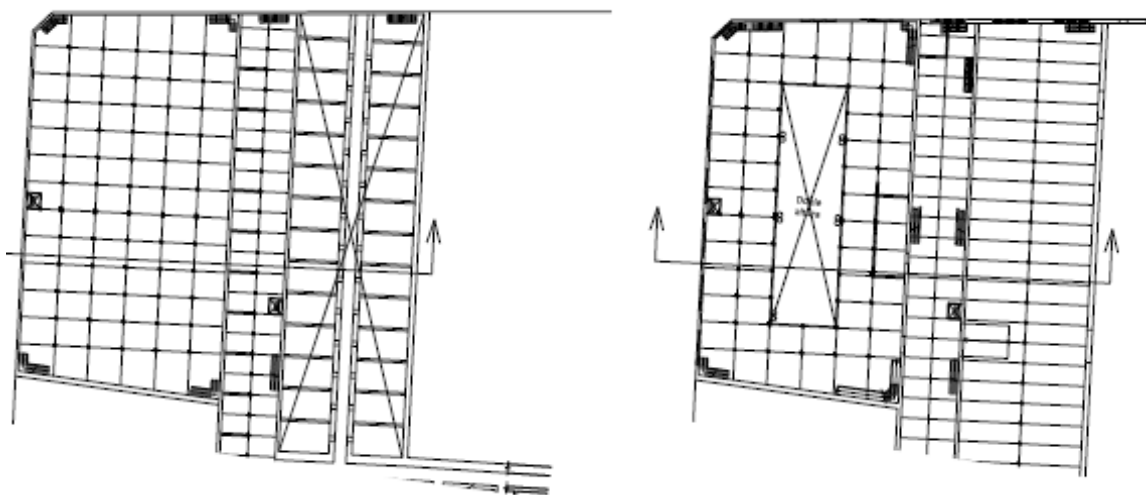


Figura 37 Plano de estructura del sector A

Para poder verificar las armaduras necesarias de las losas, se debe asignarles un nuevo uso el cual se debe adaptar a los códigos que rigen en la actualidad, la tipología del armado de las losas se puede asimilar que las mismas están apoyadas en dos direcciones y se obtiene sus solicitaciones máximas en base al método elástico, *Kalmanok, (1961)*.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	-----------------------	-------------------------------------

Análisis de carga de losas

Posibles usos al sector

Para realizar el análisis se tomó los valores de sobrecarga de posibles usos **como restaurants, o áreas recreacionales**, ya que todavía no se tiene información de su posible uso, por lo tanto los valores obtenidos son supuestos.

Los valores se obtuvieron de la Tabla 3.1. (CIRSOC 101) también de la tabla 4.1. (CIRSOC 101).

Con estas consideraciones que da el código se realiza el análisis de carga a la cual estará sometida la estructura, en base a los posibles usos que se les puede asignar en un futuro.

Tabla 41 Análisis de carga para posible uso

LOSAS -MACIZA-PLANTA BAJA			
Descripcion	h(m)	P esp (KN/m3)	sub total [kN/m2]
Peso propio	0,15	25	3,75
contrapiso	0,1	18	1,8
piso ceramico (porcelanato)		0,02	0,02
Cielorraso yeso aplicado	0,02	12,5	0,25
Cargas permanentes (D)			5,82
Sobrecarga (L)			5,00
Acciones mayoradas			
1,4 D			8,15
1,2 D + 1,6 L			14,98
Acciones máximas			
q_u (KN/m2)			14,98

Losa modelo

El procedimiento de cálculo se muestra a continuación con los pasos para obtener los momentos máximos y las reacciones de vigas, con estos valores podemos obtener la sección necesaria de armadura por metro de losa, luego se muestra una planilla con las demás losas verificadas.

Solo se han verificado las losas con distintas geometrías, y se han tomado criterios de para su verificación muy conservadores debido a que no se cuentan con mucha información para poder desarrollar un buen análisis de la estructura.

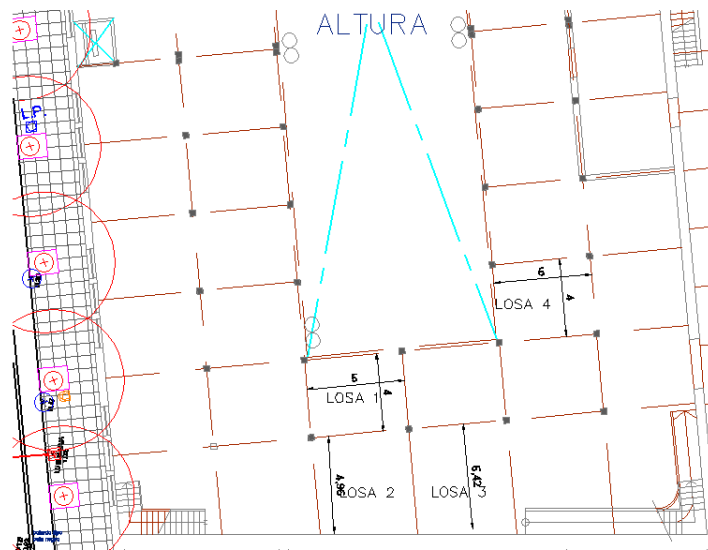


Figura 38 Distribución de losas PB

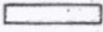


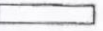
Verificación

$$q_u = 14,98 \frac{KN}{m} \text{ Carga ultima de diseño}$$

$$\varepsilon = \frac{l_{menor}}{l_{mayor}} = \frac{l_y}{l_x} = \frac{4,00m}{5,00m} = 0,8$$

$$\alpha = 0,0334; \quad \beta = 0,0560; \quad \rho = 0,261; \quad \chi = 0,364 \quad (\text{Valores obtenidos de tabla})$$

Tabla 42 Relación de lados

$\varepsilon = \frac{l_{menor}}{l_{mayor}} = \frac{l_y}{l_x}$	α	β	χ	ρ
 0,50	0,0965	0,0174	0,269	0,731
0,55	0,0892	0,0210	0,258	0,641
 0,60	0,0820	0,0243	0,267	0,566
0,65	0,0750	0,0273	0,266	0,502
0,70	0,0683	0,0298	0,265	0,450
0,75	0,0619	0,0318	0,263	0,404
0,80	0,560	0,0334	0,261	0,364
0,85	0,0506	0,0348	0,259	0,330
0,90	0,0456	0,0359	0,256	0,300
0,95	0,0410	0,0365	0,253	0,274
1,00	0,0368	0,0368	0,250	0,250
0,95	0,0365	0,0410	0,274	0,253
0,90	0,0359	0,0456	0,300	0,256
0,85	0,0348	0,0506	0,330	0,259
0,80	0,0334	0,0560	0,364	0,261
0,75	0,0318	0,0619	0,404	0,263
 0,70	0,0298	0,0683	0,450	0,265
0,65	0,0273	0,0750	0,502	0,266
0,60	0,0243	0,0820	0,566	0,267
0,55	0,0210	0,0892	0,641	0,268
 0,50	0,0174	0,0965	0,731	0,269
$\varepsilon = \frac{l_{menor}}{l_{mayor}} = \frac{l_y}{l_x}$				

Con los factores obtenidos de la relación de lados se puede obtener los valores de momentos máximos para realizar las verificaciones de áreas correspondientes.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	-----------------------	-------------------------------

Cálculo de momentos máximos en losa

$$M_x = \alpha * q_u * l_{menor}^2 = 0,0334 * 14,98 \frac{KN}{m^2} * (4,00m)^2 = 8,00 \frac{KNm}{m}$$

$$M_y = \beta * q_u * l_{menor}^2 = 0,0560 * 14,98 \frac{KN}{m^2} * (4,00m)^2 = 13,42 \frac{KNm}{m}$$

Armadura requerida en x

Para el caso general de armaduras, como no se tiene estudios que indiquen exactamente en detalle la disposición de armaduras, y su tipo, para este análisis se opta por considerar una armadura en acero dulce ya que en esa época era muy común utilizar este tipo de material, con lo cual su valor de F_y es menor al acero nervado que se usa en la actualidad por lo tanto en este caso se adoptó un valor de $F_y=240MPa$.

Siguiendo los procedimientos que establece el código CIRSOC 201, se realiza la verificación de las armaduras en cada dirección de apoyo de la losa considerada como apoyada en dos direcciones.



Figura 39 Vista de armaduras en losas

	F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
---	------------------------------	-----------------------	-------------------------------

$$mn5 = 0,2679$$

$$m_{nx} = \frac{m_{ut}}{\phi}$$

$$m_{ut} = \frac{Mut * 10^3}{0,85 * f'c * b * d^2} = \frac{8,00 \text{ KNm} * 10^3}{0,85 * 17 * 100 * 12,5^2} = 0,035$$

$$m_{nx} = \frac{0,035}{0,90} = 0,039 < 0,2679$$

$$\omega_{mx} = 1 - \sqrt{1 - 2 * mnx} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,039} = 0,040$$

$$A_{sx} = \omega_m * b * d * 0,85 * \frac{f'c}{fy} = 0,039 * 100 * 12,5 * 0,85 * \frac{17}{240} =$$

$$A_{sx} = 3,03 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Armadura requerida en y

$$mn5 = 0,2679$$

$$m_{ny} = \frac{m_{ut}}{\phi}$$

$$m_{ut} = \frac{Mut * 10^3}{0,85 * f'c * b * d^2} = \frac{13,42 \frac{\text{KNm}}{\text{m}} * 10^3}{0,85 * 17 * 100 * 11,5^2} = 0,059$$

$$m_{ny} = \frac{0,059}{0,90} = 0,066 < 0,2679$$

$$\omega_{my} = 1 - \sqrt{1 - 2 * mnx} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,066} = 0,068$$

$$A_{sy} = \omega_m * b * d * 0,85 * \frac{f'c}{fy} = 0,068 * 100 * 11,5 * 0,85 * \frac{17}{240} =$$

$$A_{sy} = 4,47 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Los datos obtenidos en esta planilla dan las secciones de armadura que necesitan las losas, ante los nuevos usos que se les puedan dar en un futuro.

Planillas de losas

En las siguientes planillas se muestran los valores obtenidos para cada nivel, teniendo en cuenta las resistencias a compresión del hormigón en sus distintos niveles

Planta baja

Tabla 43 Características geométricas

PLANTA BAJA	DESIGNACIÓN	q (KN/m ²)	Lx(m)	Ly(m)	l menor	l mayor	$\epsilon = \frac{l_{menor}}{l_{mayor}}$	α	β	ρ	χ	Rx (KN/m)	Ry (KN/m)
	losa 1	14,98	5,00	4,00	4,00	5,00	0,8	0,0334	0,056	0,261	0,364	17,45	15,64
	losa 2	14,98	5	5,1	5	5,1	0,98	0,03848	0,03686	0,245	0,249	18,65	17,99
	losa 3	14,98	5,02	5,7	5,02	5,7	0,88	0,0476	0,03546	0,312	0,2572	19,34	20,66
	losa 4	14,98	5,3	4,15	4,15	5,3	0,78	0,03276	0,0328	0,38	0,2618	12,74	23,62
	losa 5	14,98	4,7	5,7	4,7	5,7	0,82	0,0339	0,0538	0,35	0,2602	18,32	20,32

Tabla 44 Armaduras necesarias

DESIGNACIÓN	Mx (KNm)	My (KNm)	mn5	mutx	muty	mnx	mny	ω_{mx}	ω_{my}	A_{sx}	A_{sy} (cm ² /m)
losa 1	8,01	13,42	0,2679	0,038	0,063	0,042	0,070	0,043	0,073	3,03	4,75
losa 2	14,41	13,80	1,2679	0,068	0,065	0,075	0,072	0,078	0,075	5,56	4,89
losa 3	17,97	13,39	2,2679	0,085	0,063	0,094	0,070	0,099	0,073	7,00	4,73
losa 4	8,45	8,46	3,2679	0,040	0,040	0,044	0,044	0,045	0,045	3,20	2,95
losa 5	11,22	17,80	4,2679	0,053	0,084	0,059	0,093	0,060	0,098	4,28	6,38

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Primer sub suelo

Tabla 45 Características geométricas

SUB SUELO -1	DESIGNACIÓN	q (KN/m ²)	Lx(m)	Ly(m)	l menor	l mayor	$\epsilon = \frac{l\ menor}{l\ mayor}$	α	β	ρ	χ	Rx (KN/m)	Ry (KN/m)
	losa 1	14,98	5,00	4,00	4,00	5,00	0,8	0,0334	0,056	0,261	0,364	17,45	15,64
	losa 2	14,98	5	5,1	5	5,1	0,98	0,03848	0,03686	0,245	0,249	18,65	17,99
	losa 3	14,98	5,02	5,7	5,02	5,7	0,88	0,0476	0,03546	0,312	0,2572	19,34	20,66
	losa 4	14,98	5,3	4,15	4,15	5,3	0,78	0,03276	0,0328	0,38	0,2618	12,74	23,62
	losa 5	14,98	4,7	5,7	4,7	5,7	0,82	0,0339	0,0538	0,35	0,2602	18,32	20,32

Tabla 46 Armadura necesaria

DESIGNACIÓN	Mx (KNm)	My (KNm)	mn5	mutx	muty	mnx	mny	ω_{mx}	ω_{my}	A_{sx}	A_{sy} (cm ² /m)
losa 1	8,01	13,42	0,2679	0,033	0,056	0,037	0,062	0,038	0,064	2,69	4,20
losa 2	14,41	13,80	1,2679	0,060	0,065	0,067	0,072	0,069	0,075	4,91	4,89
losa 3	17,97	13,39	2,2679	0,075	0,063	0,084	0,070	0,087	0,073	6,19	4,73
losa 4	8,45	8,46	3,2679	0,035	0,040	0,039	0,044	0,040	0,045	2,84	2,95
losa 5	11,22	17,80	4,2679	0,047	0,084	0,052	0,093	0,054	0,098	3,79	6,38

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Segundo sub suelo

Tabla 47 Características geométricas

SUB SUELO - 2	DESIGNACIÓN	q (KN/m ²)	Lx(m)	Ly(m)	l menor	l mayor	$\epsilon = \frac{l \text{ menor}}{l \text{ mayor}}$	α	β	β	χ	Rx (KN/m)	Ry (KN/m)
	losa 1	14,98	5,00	4,00	4,00	5,00	0,8	0,0334	0,056	0,261	0,364	17,45	15,64
losa 2	14,98	5	5,1	5	5,1	0,98	0,03848	0,03686	0,245	0,249	18,65	17,99	
losa 3	14,98	5,02	5,7	5,02	5,7	0,88	0,0476	0,03546	0,312	0,2572	19,34	20,66	
losa 4	14,98	5,3	4,15	4,15	5,3	0,78	0,03276	0,0328	0,38	0,2618	12,74	23,62	
losa 5	14,98	4,7	5,7	4,7	5,7	0,82	0,0339	0,0538	0,35	0,2602	18,32	20,32	

Tabla 48 Armadura necesaria

DESIGNACIÓN	Mx (KNm)	My (KNm)	mn5	mutx	muty	mnx	mny	ω_{max}	ω_{my}	A_{sx}	A_{sy} (cm ² /m)
losa 1	8,01	13,42	0,2679	0,029	0,048	0,032	0,053	0,032	0,055	2,30	3,58
losa 2	14,41	13,80	1,2679	0,068	0,065	0,075	0,072	0,078	0,075	5,56	4,89
losa 3	17,97	13,39	2,2679	0,085	0,063	0,094	0,070	0,099	0,073	7,00	4,73
losa 4	8,45	8,46	3,2679	0,040	0,040	0,044	0,044	0,045	0,045	3,20	2,95
losa 5	11,22	17,80	4,2679	0,053	0,084	0,059	0,093	0,060	0,098	4,28	6,38

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Consideraciones generales

Respecto a la construcción de hormigón armado, se trata de una ejecución de muy buena calidad que ha seguido los estándares constructivos y el arte del buen construir de la época. Se observa corrosión en algunos elementos estructurales, debido al ingreso de agua.

Restauración de losas

. Debido a la carbonatación del hormigón, el acero de refuerzo quedó desprotegido frente a la corrosión, que se ha puesto en evidencia en los sectores que han sido afectados por presencia de humedad. Es factible la recuperación del edificio siempre y cuando se consideren los siguientes aspectos:

1. . Adecuar la capacidad de las mismas a cargas gravitatorias (CIRSOC 103)
2. Realizar la adecuada protección hidráulica a fin de minimizar el ingreso de humedad en los distintos elementos estructurales.
3. Reparar y/o reforzar los sectores de hormigón degradados por corrosión.
4. . El estricto control durante la construcción y luego durante la vida útil de los ductos que contengan agua en su interior, tanto en las instalaciones sanitarias, como en el resto de las instalaciones, incendio, climatización, etc. previa detección mediante georadar de cañerías ocultas.
5. . Prever que una vez terminada la obra de puesta en valor, se deje en vigencia un plan de revisiones periódicas cada 5 años o luego de algún evento sísmico de importancia a fin de evaluar el estado estructural y tomar las medidas correctivas en forma temprana.

Capítulo 4

Cómputo y presupuesto

Cubierta de techo

Extracción y limpieza de material

Como ya se mencionó en esta tarea se extraerán los materiales que componen la cubierta tales como las tablas, listones carpetas, chapas y tejas.

En esta primera etapa de trabajo se contemplan los siguientes ítems.

- Preparación de la zona de trabajo
- Desmantelamiento total de los sectores de chapas
- Desmantelamiento parcial de la zona de tejas teniendo especial cuidado con ellas dado que se las debe mantener en las mejores condiciones.
- Limpieza de toda la zona de trabajo y el posterior retiro de escombros del lugar

Tabla 49 Presupuesto extracción de materiales

Zona de trabajo	tipo de estructura	trabajo	superficie [m2]	usd/m2	sub total
zona tejas	cabreada	extraccion + limpieza	295	\$ 80,00	\$ 23.600,00
zona chapa	cabreada	extraccion + limpieza	2100	\$ 50,00	\$ 105.000,00
TOTAL					\$ 128.600,00

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Cómputo material de refuerzo

Para este punto se tiene en cuenta las medidas necesarias de los perfiles a adosar a la estructura existente, en la cual se tendrá en se considerará un desperdicio del 15%.

Tabla 50 Cómputo materiales para refuerzo

<i>Desig</i>	<i>Tipo</i>	<i>Cant Corr.</i>	<i>Long Corr.</i>	<i>L total</i>	<i>L total s/perf. +15% desp.</i>	<i>L útil perfil</i>	<i>Perf. neces.</i>
tensor	Perfil L 38 x 38 x 3,2	48	1,27	60,96	60,96	70,10	12,00
diagonal	Perfil L 38 x 38 x 3,2	96	1,80	172,80	172,80	198,72	34,00
diagonal	Perfil L 32 x 32 x 3,2	96	2,30	220,80	220,80	253,92	43,00

Presupuesto refuerzo propuesto

En base a lo expuesto en los análisis sobre la cabreada los valores de refuerzo metálico propuesto, nos arrojan el siguiente monto en el cual se tienen en cuenta la provisión de material y mano de obra, los cuales son necesarios para su correcta ejecución.

Tabla 51 Presupuesto refuerzo

sector a reforzar	tipo perfil	trabajo	superficie	usd/m2	sub total
zona tejas	Perfil L 38 x 38 x 3,2	mat + mo	295	100	\$ 29.500,00
zona chapa	Perfil L 32 x 32 x 3,2	mat + mo	2100	100	\$ 210.000,00
TOTAL					\$ 239.500,00

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Limpieza y pintura

Para la limpieza de las cabreadas se plantea la opción de un arenado ya que es un método muy eficaz y se obtienen muy buenos resultados, luego de eso se colocará una mano de pintura antióxido para la protección de la misma, en esta etapa se tienen en cuenta los siguientes ítems.

- Preparación de la zona de trabajo (armado de andamios y tabloneros para circular)
- Protección anti-polvo de la zona de trabajo
- Limpieza de los restos de polvo y otros materiales en la zona de trabajo
- Pintura anti oxido a los componentes estructurales ya libres de polvo.

Tabla 52 Presupuesto arenado + pintura

Zona de trabajo	tipo de estructura	trabajo	superficie [m2]	usd/m2	sub total
zona tejas	cabreada + IPN	mat + mo	295	\$ 200,00	\$ 59.000,00
zona chapa	cabreada + IPN	mat + mo	2100	\$ 200,00	\$ 420.000,00
TOTAL					\$ 479.000,00

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Presupuesto de colocación de tejas y chapas

En esta etapa se tiene en cuenta los siguientes ítems

- Provisión y colocación de alfajías de apoyo de entablonado
- Provisión y colocación de entablonado
- Provisión y colocación de aislaciones acústicas (ruberoide + lana de vidrio)
- Provisión y colocación de alfajías de apoyo para chapas y tejas donde corresponde
- Provisión y colocación de tejas y chapa galvanizada en las zonas que corresponde

Tabla 53 Presupuesto colocación tejas y chapas

Zona de trabajo	tipo de estructura	trabajo	superficie [m2]	usd/m2	sub total
zona tejas	cabreada	mat + mo	295	\$ 250,00	\$ 73.750,00
zona chapa	cabreada	mat + mo	2100	\$ 150,00	\$ 315.000,00
TOTAL					\$ 388.750,00

Presupuesto Desagües pluviales

En esta etapa se tienen en cuenta los siguientes ítems

- Provisión y colocación de canaletas de chapa galvanizada

Tabla 54 Presupuesto chapa galvanizada

Zona de trabajo	tipo de estructura	trabajo	[ml]	usd/ml	sub total
cubierta de techo	canaleta + cañería	mat + mo	292	\$ 120,00	\$ 35.040,00
TOTAL					\$ 35.040,00

Este presupuesto estimado asciende a un total de \$1.270.890 dólares.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	----------------	-----------------------

Capítulo 5

Conclusiones

Cubierta de techo

Estado actual

Al realizar la verificación de la cabreada tipo en su estado actual, los resultados indican que las diagonales de la misma y su cordón inferior no verifican a los esfuerzos que se encuentra sometida, esto es debido a que en esos tiempos no se tenían en cuenta tantas combinaciones de estados y las normativas vigentes en su construcción no eran muy exigentes como lo son en la actualidad.

Con refuerzo propuesto

Con los refuerzos propuestos, los resultados son satisfactorios debido a que cumplen con todas las condiciones de resistencia mecánica y geométrica que establece el CIRSOC 301, además de ser la opción más factible constructivamente, ya que su ejecución es rápida y sencilla, y como principal premisa la misma no afecta la arquitectura de la zona de estudio.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Losas de hormigón

Armaduras necesarias

Del análisis realizado en el capítulo 3 del presente trabajo se observa que las armaduras que se necesitan para poder resistir las sollicitaciones ante los posibles usos que se les puede dar en un futuro. Si bien faltan más datos es un buen punto de partida para plantear posibles soluciones.

Como primera medida para empezar a darle una mejora estructural a las losas se debe solucionar el problema de la cubierta de techo, porque cuando se producen las lluvias el agua se filtra en el interior y de ahí se ve claramente los problemas de carbonatación del hormigón y también producen oxidación en la armadura interna.

Datos a relevar

Para poder hacer un análisis más exacto de las losas que componen este sector, se deberán realizar los siguientes ensayos y mediciones.

- Realizar ensayo de compresión a probetas, los suficientes para el gran volumen de hormigón que tiene el sector.
- Ensayo para poder observar las armaduras que tienen las losas y poder ver la sección de las mismas y sus separaciones.
- Realizar un relevamiento de las medidas de las losas y así poder hacer los cálculos de verificación de manera exacta.
- Una vez obtenidos los datos de resistencia armaduras y el uso definitivo que se le dará al sector, se procederá verificar las resistencias de las losas, y de ahí plantear posibles soluciones ante las losas que presenten problemas de resistencia

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Cómputo y presupuesto

En base a lo analizado en el capítulo 4, y como resumen global de todas las tareas a realizar para la puesta en funcionamiento de este sector, el monto total estimado de la restauración completa de la cubierta es de \$1.270.890,00 de dólares, este valor estará sujeto a un análisis económico mucho más profundo en el cual se podrán tener en cuenta otras variables que afecten a la correcta ejecución de esta restauración.

 F. R. M. U. T. N.	PROYECTO FINAL	AÑO ACADÉMICO 2023
--	-----------------------	-------------------------------

Lista de referencias

- Ceredetec (2020). Informe Técnico. Resultados de ensayos in situ y de laboratorio de hormigones utilizados en estructuras de los Cuerpos A , A´ y E de Bodegas Arizu.Ceredetec.FRM.UTN.
- CIRSOC 101 (2005): Cargas permanentes y mínimas para edificaciones y otras estructuras.
- CIRSOC 102 (2005): Acción del viento sobre las construcciones.
- CIRSOC 103 – Parte I (2013): Construcciones en general.
- CIRSOC 104 (2005): Acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones.
- CIRSOC 301 (2016): Estructuras de acero para edificios.
- CSI (2020), Computers and Structures, Inc; SAP 2000 V20, Manual de usuario.
- Guevara;M-Pedro;T (2022):Proyecto Final; Evaluación estructural y puesta en valor de un complejo vitivinícola patrimonial de hormigón armado en el Gran Mendoza.Tesis final de grado Departamento Ingenieria civil, FRM UTN.
- Kalmanok, A.S. (1961). Manual de cálculo de placas. Editora inter ciencia.
- Troglia G. (2018). Estructuras Metálicas: Proyecto por estados límites (8a ed.)