



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD
DE INGENIERÍA**

DISEÑO ESTRUCTURAL

Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”

INTEGRANTES

- **PELLEGRINI**, Gabriel - 13762
- **SILVESTRE**, Kevin - 13904
- **TOBARES**, Isaías - 13618

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	<u>INTEGRANTES</u>	Página N° 2 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

Índice de contenidos

1. Antecedentes.....	6
1.1. Stade de France.....	6
1.2. Hard Rock Stadium.....	7
1.3 Estadio Krestovsky.....	8
2. Generalidades del proyecto.....	9
3. Tareas a realizar.....	11
4. Cronograma.....	12
5. Reglamentos utilizados.....	13
6. Materiales utilizados.....	14
6.1. Hormigón.....	14
6.2. Perfiles de acero.....	14
6.3. Cables de acero.....	14
6.4. Barras de acero de dureza natural para hormigón armado.....	14
7. Elementos estructurales principales.....	15
7.1. Correas de techo.....	15
7.2. Anillo reticulado interno.....	16
7.3, Anillo reticulado externo.....	17
7.4 Vigas reticuladas principales.....	17
7.5. Tensores de acero superiores de cubierta.....	17
7.6. Riostras superiores de la cubierta.....	18
7.7. Riostras laterales.....	18
7.8. Columnas.....	18
7.9. Viga de vinculación de columnas.....	19
7.10. Fundaciones.....	22
8. Análisis de cargas.....	23
8.1. Carga muerta [D].....	23
8.1.1. Cubierta de techo.....	23
8.1.2. Anillo reticulado externo, anillo reticulado interno y vigas reticuladas principales.....	24
8.1.3. Tensores de acero superiores de cubierta.....	25
8.1.4. Riostras superiores de cubierta.....	25
8.1.5. Riostras laterales.....	25
8.1.6. Columnas.....	26
8.1.7. Vigas de vinculación de columnas.....	26

		INTEGRANTES	Página N° 3 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

- 8.2. Carga de viento [W]..... 27
 - 8.2.1 Viento en dirección X..... 36
 - 8.2.2 Viento en dirección Y..... 38
- 8.3. Carga de nieve [S]..... 40
- 8.4. Sobrecargas [Lr]..... 44
- 8.5. Combinaciones de carga para estados límites últimos..... 47
- 8.6. Combinaciones de carga para estados límites de servicio..... 47
- 9. Modelado estructural..... 48
 - 9.1. Hipótesis de cálculo..... 48
 - 9.2. Definición de geometría..... 48
 - 9.3 Definición de materiales..... 48
 - 9.3.1 Acero estructural F-24..... 49
 - 9.3.2 Acero alta resistencia..... 49
 - 9.3.3 Hormigón armado H-30..... 50
 - 9.4. Definición de secciones..... 51
 - 9.4.1. Tubos circulares..... 51
 - 9.4.2. Estructuras reticuladas..... 51
 - 9.4.3. Vigas de vinculación de columnas..... 52
 - 9.4.4. Pilotes..... 53
 - 9.4.5. Tensores..... 53
 - 9.4.6. Cubierta..... 54
 - 9.5. Condiciones de vínculo..... 54
 - 9.5.1. Vínculos externos..... 54
 - 9.5.2. Vínculos internos..... 55
 - 9.6. Definición y asignación de cargas..... 55
 - 9.6.1. Cargas aplicadas sobre la cubierta..... 55
 - 9.6.2. Peso propios de los elementos..... 57
 - 9.6.3. Combinación de cargas..... 57
 - 9.7. Obtención de resultados..... 57
 - 9.7.1. Diagrama de momentos característico..... 59
 - 9.7.2. Axial característico..... 61
 - 9.7.2. Diagrama de corte característico..... 63
- 10. Calculo estructural..... 65
 - 10.1. Correas de techo..... 65
 - 10.1.2 Verificación para estados límites últimos..... 65
 - 10.1.2. Verificación para estados límites de servicio..... 79

		INTEGRANTES	Página N° 4 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

- 10.2. Anillo reticulado interior..... 81
 - 10.6.1. Verificación para estados límites últimos.....81
- 10.3. Anillo reticulado exterior..... 85
 - 10.3.1. Verificación para estados límites últimos.....85
- 10.4. Vigas reticuladas principales..... 88
 - 10.3.1. Verificación para estados límites últimos.....88
- 10.5. Tensores de acero superiores de cubierta.....91
- 10.6. Riostras de acero superiores de cubierta.....92
 - 10.6.1. Verificación para estados límites últimos.....92
- 10.7. Riostras laterales..... 95
 - 10.6.1. Verificación para estados límites últimos.....95
- 10.8. Columnas.....98
 - 10.8.1. Verificación para estados límites últimos.....98
- 10.9. Vigas de vinculación de columnas.....102
- 10.10. Fundaciones..... 109
 - 10.10.1. Hipotesis de calculo..... 109
 - 10.10.2. Determinación de resistencia de diseño..... 110
 - 10.10.3. Verificación de resistencia del suelo..... 113
- 10.11. Pilotes..... 117
- 10.12. Uniones..... 119
 - 10.12.1. Unión tensor con columna..... 119
 - 10.12.2. Unión riostra superior con columna..... 125
- 10.13. Control de deformaciones.....136
- 11. Diseño de sistema de desagüe pluvial..... 140
 - 11.1. Hipótesis de cálculo..... 140
 - 11.2. Dimensionado de canaletas y caños pluviales..... 140
 - 11.3. Planos de desagüe pluvial..... 145
- 12. Cómputo y presupuesto..... 148
- 13. Detalles..... 150

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	<u>INTEGRANTES</u>	Página N° 5 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

Introducción

El proyecto a desarrollar es la cubierta de techo del Estadio Malvinas Argentinas, el cual está emplazado en el departamento de Ciudad, Mendoza.

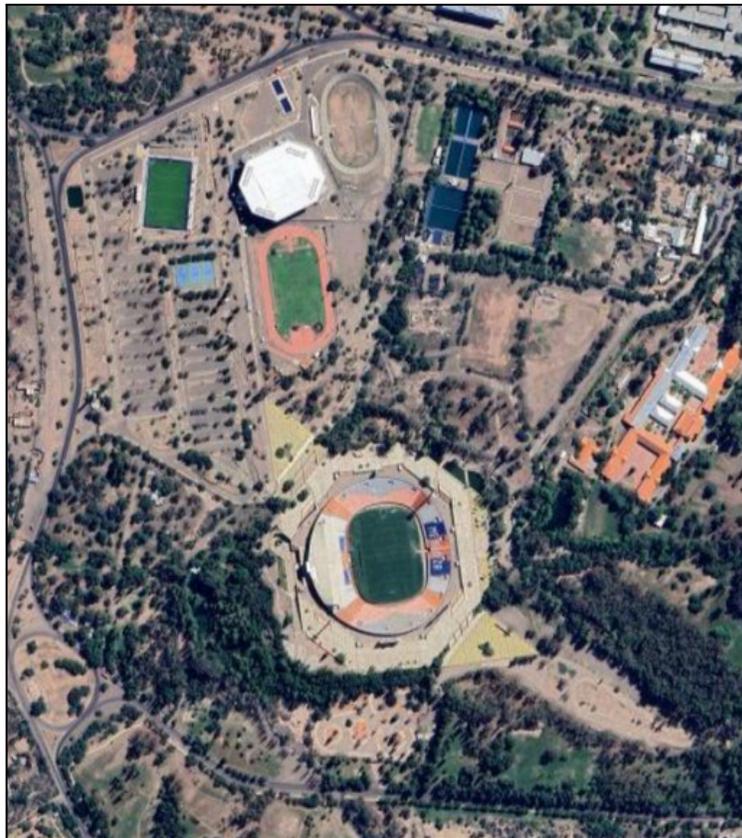


Figura 1. Imagen satelital del predio del Estadio Malvinas Argentinas

Dicha obra surge con motivo de mejorar la infraestructura del estadio pensando en postularse como subsele del Mundial de Fútbol 2030, el cual, se desarrollará en Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

Desarrollo

1. Antecedentes

Para este proyecto se analizaron distintos tipos de cubiertas de techo de diferentes estadios, entre las cuales, los casos más relevantes para el desarrollo de este proyecto fueron:

1.1. *Stade de France*

El Stade de France es el estadio nacional de Francia, situado en Saint-Denis, al norte de París. El diseño de la cubierta de este estadio es la cubierta de techo. La cual se compone de una estructura de acero y una serie de membranas de teflón. Este diseño no solo permite una gran flexibilidad en la protección del estadio contra las inclemencias del tiempo, sino que también proporciona una estética única. El techo se puede ajustar y tiene una forma que recuerda a una serie de paracaídas abiertos.

La estructura del estadio se basa en un esqueleto de acero con una serie de pilares y vigas que soportan el techo y las gradas. Estos elementos de acero están diseñados para soportar grandes cargas y proporcionar estabilidad. Los pilares están dispuestos de manera que no obstruyen la vista desde las gradas, lo que mejora la experiencia del espectador.



Figura 2. Vista aérea del estadio Stade de France

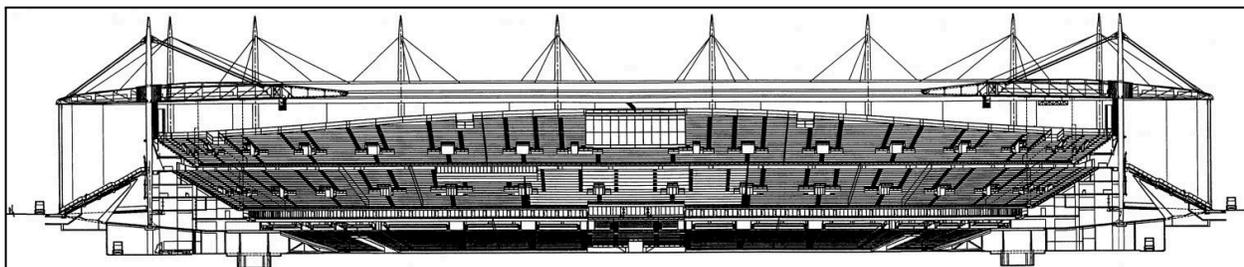


Figura 3. Corte transversal del estadio Stade de France

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 7 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

1.2. Hard Rock Stadium

El Hard Rock Stadium es un estadio multifuncional ubicado en Miami Gardens, Florida. Este estadio presenta una cubierta de techo retráctil, el cual, está compuesto por una cúpula de acero y una membrana de PVC que se puede abrir y cerrar. La cúpula está diseñada para proporcionar sombra a los espectadores y protección contra las inclemencias del tiempo, mientras que la apertura y cierre del techo permiten una adaptación rápida a las condiciones climáticas cambiantes.

El estadio cuenta con una robusta estructura de acero que soporta el techo retráctil y proporciona estabilidad general al edificio. El diseño incluye columnas y vigas de acero que distribuyen las cargas estructurales de manera eficiente. Estas columnas están situadas en ubicaciones estratégicas para minimizar la obstrucción de la vista desde las gradas y maximizar el espacio libre.



Figura 4. Vista aérea del Hard Rock Stadium

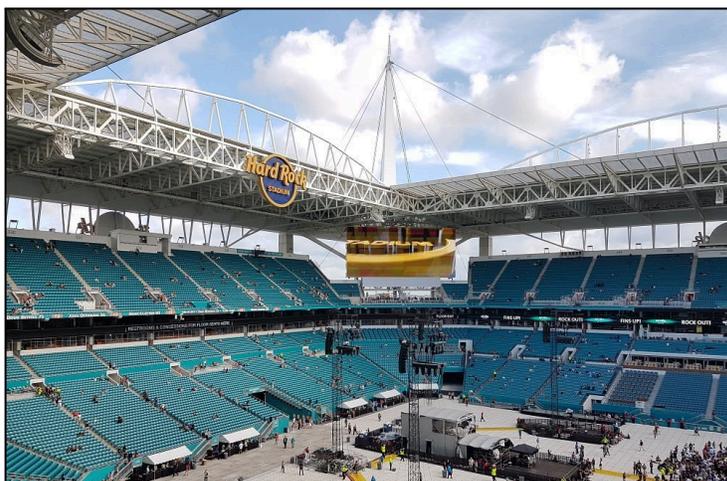


Figura 5. Vista interior del Hard Rock Stadium

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

1.3 Estadio Krestovsky

El Estadio Krestovsky, también conocido como Gazprom Arena, es un estadio de fútbol ubicado en la ciudad de San Petersburgo, Rusia. El estadio cuenta con ocho columnas inclinadas principales que están dispuestas en pares alrededor de la estructura, soportando el anillo exterior de la cubierta. Estas columnas están inclinadas hacia el interior aproximadamente a 30 grados respecto a la vertical y son los principales elementos de soporte para el anillo exterior de la cubierta del estadio. En cuanto a cubierta, está hecha principalmente de acero, con una compleja red de vigas y soportes que la sostienen. La parte retráctil está formada por paneles móviles de acero y materiales compuestos ligeros.

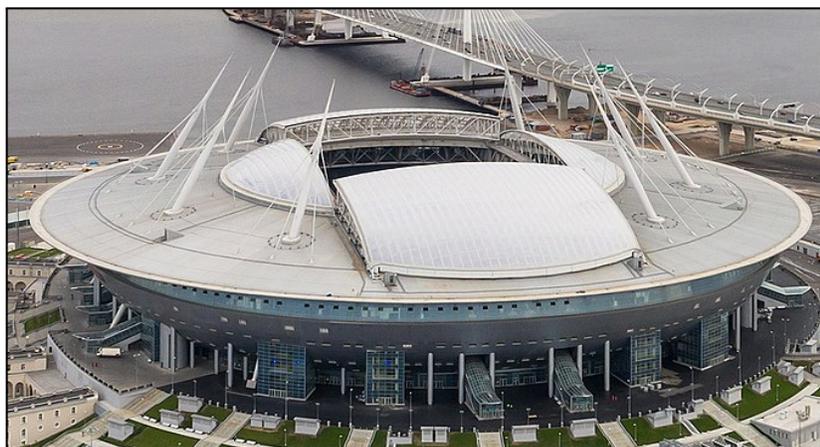


Figura 6. Vista aérea del Estadio Krestovsky

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 9 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

2. Generalidades del proyecto

Luego haber visto distintos tipos de cubiertas y analizar la estructura del Estadio Malvinas Argentinas, se optó por realizar la estructura de la cubierta de techo de forma independiente a la estructura del estadio. También se acordó que se iba a conservar la viga ubicada en la platea oeste del estadio, dado que esta es un elemento característico del estilo arquitectónico del estadio.

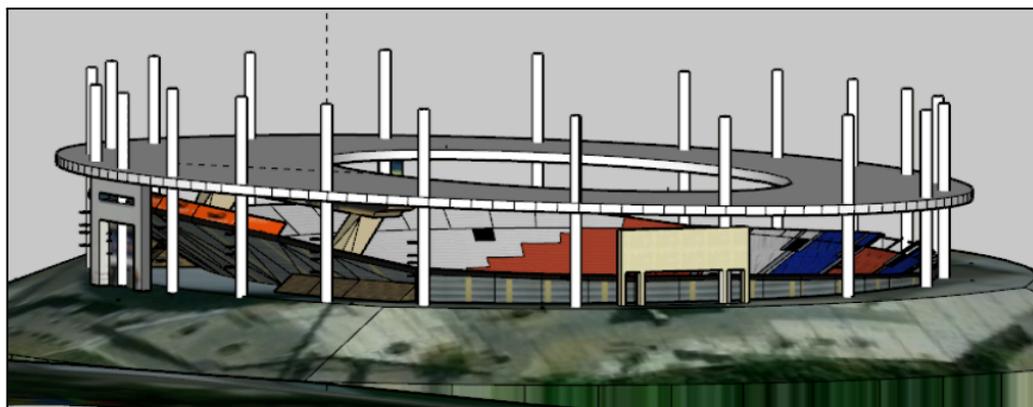


Figura 7. Elección de la cubierta

En el proceso de diseño estructural, se comenzó considerando que la cubierta está soportada por columnas, las cuales se colocan en la zona intermedia entre puertas de entrada a las gradas del estadio, con el criterio de que las mismas no interfieran en la circulación. Además estas columnas en un principio se consideraron verticales y ubicadas detrás de las tribunas para que no influya a la estructura existente y que no afecte a la capacidad del estadio.

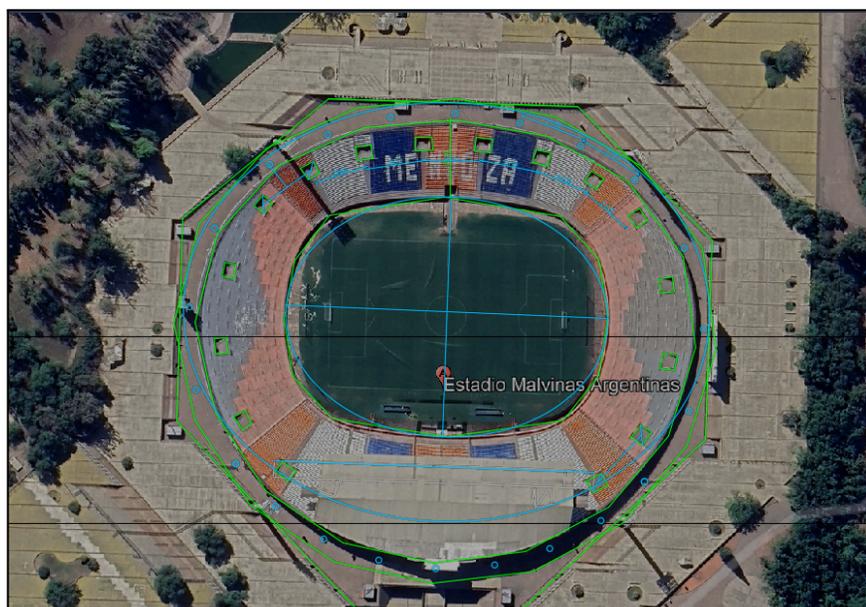


Figura 8. Disposición de columnas y elipses externas e internas

		INTEGRANTES	Página N° 10 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

De estas columnas se unen las vigas reticuladas de cuatro cordones, de las cuales, la mitad de ellas están unidas a la columna y a un anillo reticulado de cuatro cordones interior, y las otras restantes unidas a los dos anillos reticulados de cuatro cordones, el interno y el externo.

Por último desde nivel de la unión de las vigas y columnas, se sigue con un elemento estructural, en este caso un mástil en donde se colocaran los elementos que toman las cargas de la cubierta, que son tenores en algunos casos y tubos circulares para que puedan trabajar a compresión en otros casos.

Al modelar esta estructura, se noto que en la zona de unión de la viga reticulada de la cubierta a la columna, se necesita necesita de una sección con mucha inercia para poder controlar las deformaciones, que sobre todo por movimiento de cuerpo rígido, se producen en el anillo interno. Es por eso que se pensó en un sistema de columnas en forma de “V”, con el fin de que en el nudo donde está la unión de las columnas con las vigas, tenga la mayor distancia entre sus elementos. A continuación podemos mostrar una imagen ilustrativa de la tipología de columnas utilizadas en el proyecto.



Figura 9. Columnas en “V” tomadas como antecedente

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	<u>INTEGRANTES</u>	Página N° 11 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

3. Tareas a realizar

Para la ejecución de este proyecto se llevan a cabo las siguientes tareas.

- Planificación espacial.
- Estudio impacto ambiental.
- Estudio topográfico.
- Estudio y sondeo de suelos.
- Diseño arquitectónico, análisis de antecedentes, alternativas, anteproyecto, maqueta conceptual, planos generales, detalles, y maquetas, etc.
- Análisis de solicitudes de vientos, mediante túnel de viento.
- Diseño estructural, en primer lugar se determina la forma, espacialidad, materiales, tipo de estructura. Se define un modelo para el análisis y con él se determinan las solicitaciones y luego las dimensiones de los elementos y fundaciones. Por último, los planos de estructura y especificaciones técnicas.
- Estudio de escorrentía y diseño de drenaje de la cubierta.
- Diseño de las instalaciones eléctricas en iluminación y la estructura que la soporta, instalación de aires acondicionados. instalaciones sanitarias.
- Diseño de plan de trabajo y detalles de construcción.
- Cómputo de los materiales y presupuesto de la obra.
- Documentos complementarios. Los mismos contienen especificaciones para la etapa de terminaciones, detalle de la calidad de los materiales, delimitación de responsabilidades, presupuesto, autorización de las conexiones por las empresas prestadoras de servicios, seguro contra incendio y robo, etc.
- Presupuesto de honorarios profesionales.
- Cronograma de mantenimiento.

Por motivos de cronograma, y debido a la extensión del trabajo, sólo se han desarrollado en el presente el diseño estructural de la estructura de cubierta y también el diseño de las instalaciones de desagüe contra precipitaciones.

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	<u>INTEGRANTES</u>	Página N° 13 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

5. Reglamentos utilizados

- INTI-CIRSOC 101-2005: Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras
- INTI-CIRSOC 102-2005: Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones
- INTI-CIRSOC 104-2005: Reglamento argentino de acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones.
- INTI-CIRSOC 201-2005: Reglamento argentino de estructuras de hormigón.
- INTI-CIRSOC 301-2005: Reglamento argentino de estructuras de acero para edificios.

		INTEGRANTES	Página N° 14 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

6. Materiales utilizados

6.1. Hormigón

Se utiliza un hormigón de categoría H30, tanto para las columnas como para las fundaciones.

- (a) Resistencia a la compresión: $f'c = 30 \text{ MPa}$
- (a) Módulo de elasticidad: $E = 4700 * \sqrt{f'c} = 25743 \text{ MPa}$

6.2. Perfiles de acero

Se utilizan tubos de acero F24. Las propiedades generales del acero son las siguientes:

- (a) Módulo de Elasticidad longitudinal: $E = 200000 \text{ MPa}$
- (b) Módulo de Elasticidad transversal: $G = 77200 \text{ MPa}$
- (c) Coeficiente de Poisson en período elástico: $\mu = 0,30$
- (d) Coeficiente de dilatación térmica: $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ cm/cm}^\circ\text{C}$
- (e) Peso específico: $\gamma = 77,3 \text{ kN/m}$

6.3. Cables de acero

Se utilizan cables de acero IPH, cuyas características dadas por el catálogo del fabricante son:

- (a) Módulo de Elasticidad longitudinal: $E = 200000 \text{ MPa}$
- (b) Módulo de Elasticidad transversal: $G = 77200 \text{ MPa}$
- (c) Coeficiente de Poisson en período elástico: $\mu = 0,30$
- (d) Coeficiente de dilatación térmica: $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{ cm/cm}^\circ\text{C}$
- (e) Peso específico: $\gamma = 75,3 \text{ kN/m}$

6.4. Barras de acero de dureza natural para hormigón armado

Se utilizan barras de acero de dureza natural de Arcelor Mittal Acindar. Las barras de acero ADN 420, poseen un límite de fluencia característico según norma IRAM-IAS U500-528, designación ADN 420. Cuyas características dadas por el catálogo del fabricante son:

- (a) Módulo de Elasticidad longitudinal: $E = 200000 \text{ MPa}$
- (b) Módulo de Elasticidad transversal: $G = 77200 \text{ MPa}$
- (c) Coeficiente de Poisson en período elástico: $\mu = 0,30$
- (d) Coeficiente de dilatación térmica: $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ cm/cm}^\circ\text{C}$
- (e) Peso específico: $\gamma = 77,3 \text{ kN/m}$

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

7. Elementos estructurales principales

7.1. Correas de techo

Se dimensionan 3 tipos de correas distintas considerando las distintas longitudes de cada una y la carga de viento en la zona de la misma. Se utilizan perfiles doble T serie W de acero IPN IRAM-IAS U 500-511, las secciones obtenidas son las siguientes:

- *W 18 x 77*, este perfil verifica con una longitud máxima de 19 m en la *Zona 1* de cargas de viento.
- *W 16 x 57*, este perfil verifica con una longitud máxima de 15,5 m en la *Zona 1* de cargas de viento.
- *W 14 x 38*, este perfil verifica con una longitud máxima de 13 m en la *Zona 2* de cargas de viento.

A continuación se puede observar la disposición de correas:

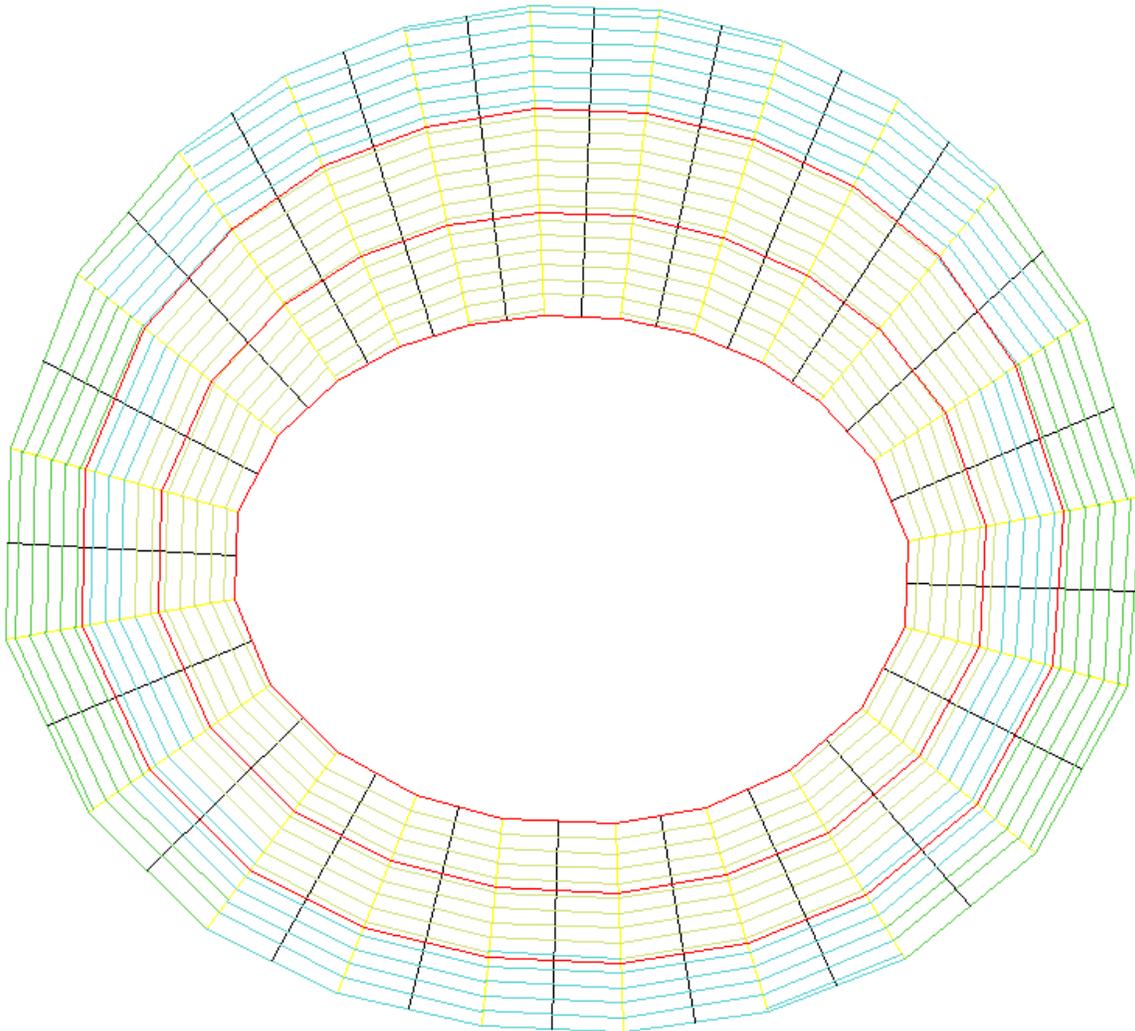


Figura 10. Columnas en "V" tomadas como antecedente

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

Las referencias son las siguientes:

- W 18x77
- W 16x57
- W 14x38

7.2. Anillo reticulado interno

Este elemento estructural sirve como un apoyo ficticio para las vigas reticuladas de la cubierta que se apoyan en él. Para cargas gravitatorias el anillo tiende a comprimirse y su deformación depende de su rigidez a compresión. y para acciones de succión, el anillo tiende a levantarse y se tracciona.

Se utiliza un reticulado espacial de 4 cordones, con diagonales horizontales y verticales, sin montantes. Todos los elementos son tubos de acero de sección circular IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592, de manera que el reticulado está conformado de la siguiente manera:

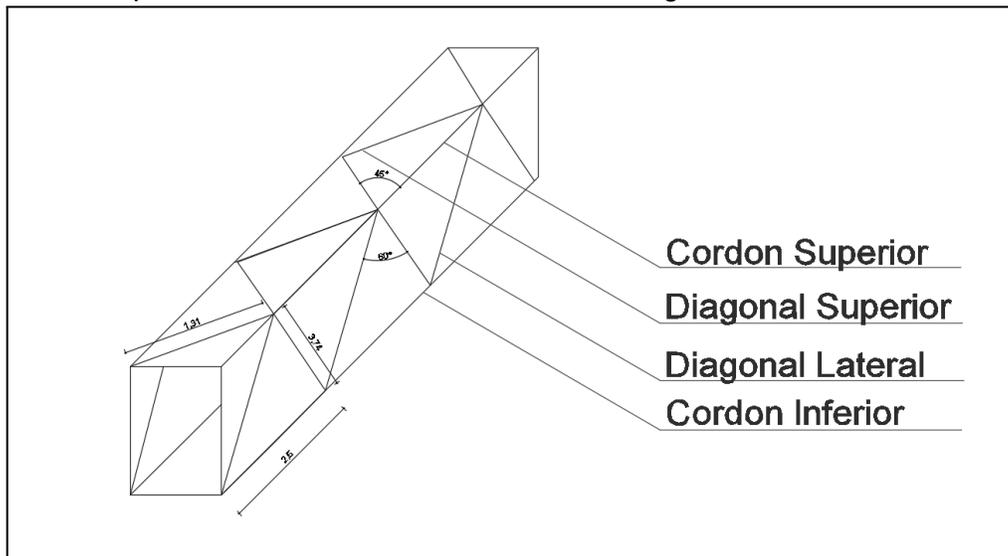


Figura 11. Representación de elementos de anillo interno

Luego considerando las solicitaciones axiales y de momento máximas, así como el corte en cada una de los planos del reticulado se dimension tanto los cordones como las diagonales, resultando las siguientes secciones:

Anillo reticulado interno		
Elemento	Perfil	
Cordones superiores	Tubo sección circular	273 x 6,35
Cordones inferiores	Tubo sección circular	273 x 6,35
Diagonales superiores	Tubo sección circular	88,9 x 3,2
Diagonales laterales	Tubo sección circular	129 x 4,75

		INTEGRANTES	Página N° 17 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

7.3. Anillo reticulado externo

De igual manera que para el anillo reticulado interno, se utiliza la misma estructura reticulada. Luego considerando las solicitaciones axiales y de momento máximas, así como el corte en cada una de los planos del reticulado se dimension tanto los cordones como las diagonales, resultando las siguientes secciones:

Anillo reticulado externo		
Elemento	Perfil	
Cordones superiores	Tubo sección circular	168,3 x 7,1
Cordones inferiores	Tubo sección circular	168,3 x 7,1
Diagonales superiores	Tubo sección circular	88,9 x 3,2
Diagonales laterales	Tubo sección circular	127 x 3,2

7.4 Vigas reticuladas principales

De igual manera que para el anillo reticulado interno y externo, se utiliza la misma estructura reticulada. Luego considerando las solicitaciones axiales y de momento máximas, así como el corte en cada una de los planos del reticulado se dimension tanto los cordones como las diagonales, resultando las siguientes secciones:

Vigas reticuladas principales		
Elemento	Perfil	
Cordones superiores	Tubo sección circular	273 x 6,35
Cordones inferiores	Tubo sección circular	273 x 6,35
Diagonales superiores	Tubo sección circular	88,9 x 3,2
Diagonales laterales	Tubo sección circular	168,3 x 6,35

7.5. Tensores de acero superiores de cubierta

Para los tensores superiores que soportan la cubierta se utilizan cables de 6 cordones IPH, para el dimensionado de los mismos se usa la información brindada por el catálogo del proveedor los cuales brindan la carga de rotura última de los tensores y en función de la máxima solicitación se elige un cable de 6 cordones de 50,80 mm de diámetro.

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

Diámetro		Masa aprox.	Carga mínima de rotura	
[mm]	[Pulg]	[kg/m]	[kN]	[tn]
50,80	2	11,00	1760	180
54,00	2 1/8	12,41	1970	201
57,15	2 1/4	13,91	2200	224
60,33	2 3/8	15,50	2440	249
63,50	2 1/2	17,30	2950	301
69,85	2 3/4	20,80	3530	360
76,20	3	24,70	4160	424
82,55	3 1/4	29,00	4830	493
85,73	3 3/8	31,30	5180	529
88,90	3 1/2	33,80	5520	563
101,60	4	44,00	6340	647

Tabla 23. Catálogo de cables de 6 cordones de IPH

7.6. Riostras superiores de la cubierta

Para las riostras superiores de la cubierta se utilizan tubos de acero de sección circular IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592. Para su dimensionado se tiene en cuenta tanto las máximas solicitaciones de tracción y compresión como la longitud de las mismas, resultando la siguiente sección:

Riostras superiores de cubierta	
Perfil	
Tubo sección circular	558,8 x 12,7

7.7. Riostras laterales

Para las riostras laterales de la cubierta se utilizan tubos de acero de sección circular IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592. Para su dimensionado se tiene en cuenta tanto las máximas solicitaciones de tracción y compresión como la longitud de las mismas, resultando la siguiente sección:

Riostras laterales	
Perfil	
Tubo sección circular	508,2 x 12,7

7.8. Columnas

Para las colomas como se explicó previamente la forma de las mismas es de una sección en forma de V, en las cuales se utilizan tubos de acero de sección circular IRAM-IAS U 500-218 / U 500-2592 y lo mismo para el mástil superior.

Para su dimensionado se consideraron las máximas solicitaciones en estado último tanto para cargas gravitatorias y cargas de viento de succión, resultando la siguiente sección:

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 19 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

Columnas	
Perfil	
Tubo sección circular	1219,2 x 19,05

7.9. Viga de vinculación de columnas

Este elemento estructural es que vincula las dos columnas en V a la altura de la cubierta, es un elemento estructural que se decidió que sean dos perfiles del tipo W uno al lado del otro para facilitar uniones y el montaje en obra.

Este elemento funciona a tracción para acciones gravitatorias y para compresión ante cargas de succión, además este elemento está solicitado a momento flector debido a las condiciones de vínculos que se modela como extremos continuos.

Viga de vinculación	
Perfil	
2 Perfiles W	W40x174

En la siguiente imagen se observa el funcionamiento de la columna y al esfuerzo que se somete cada componente para cargas gravitatorias, donde en rojo se observa esfuerzo de compresión y en azul esfuerzo de tracción.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

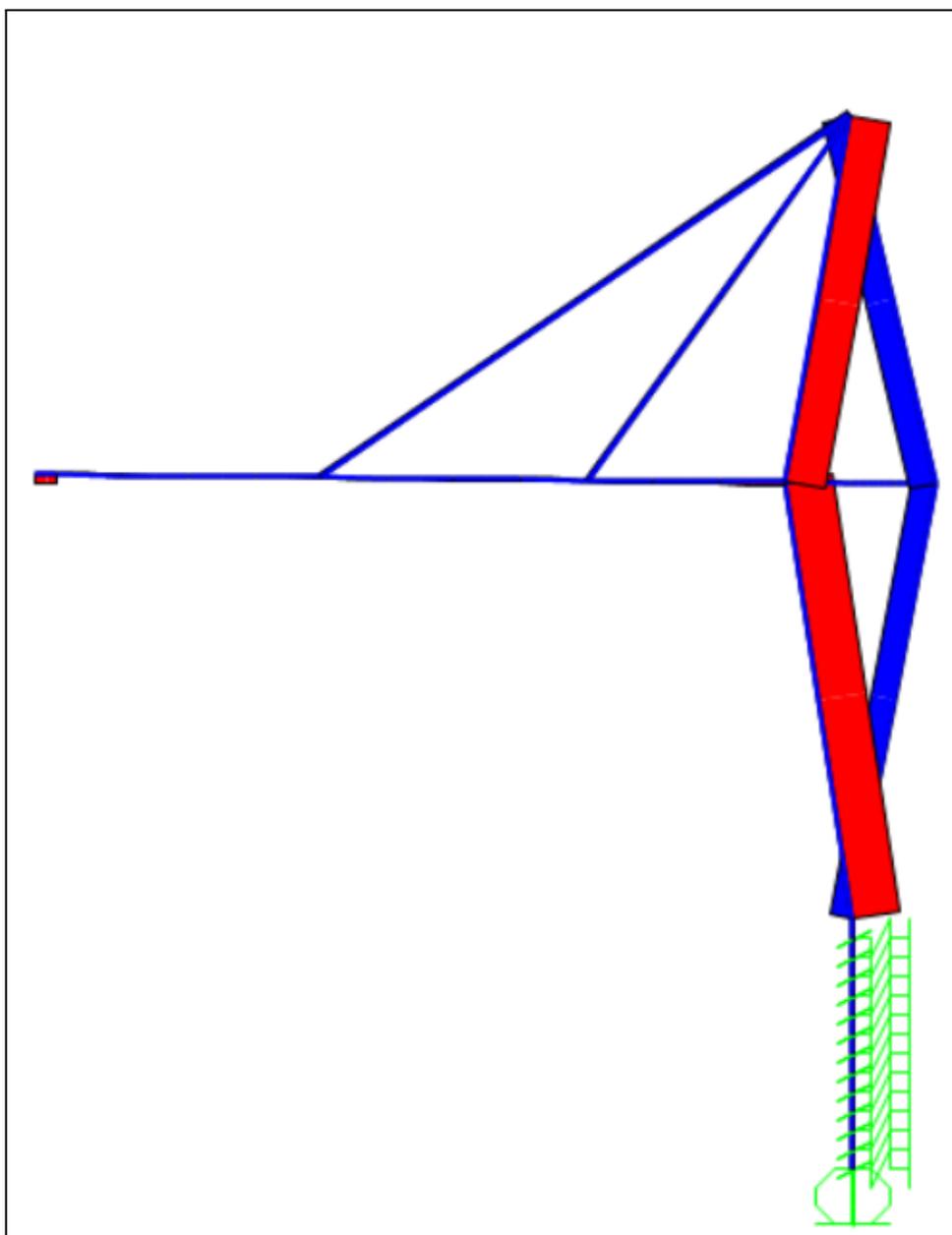


Figura 12. Diagrama de esfuerzos axiales para cargas gravitatorias

Para los estados de succión los esfuerzos axiales característicos son:

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762

SILVESTRE, Kevin - 13904

TOBARES, Isaías - 13618

2024

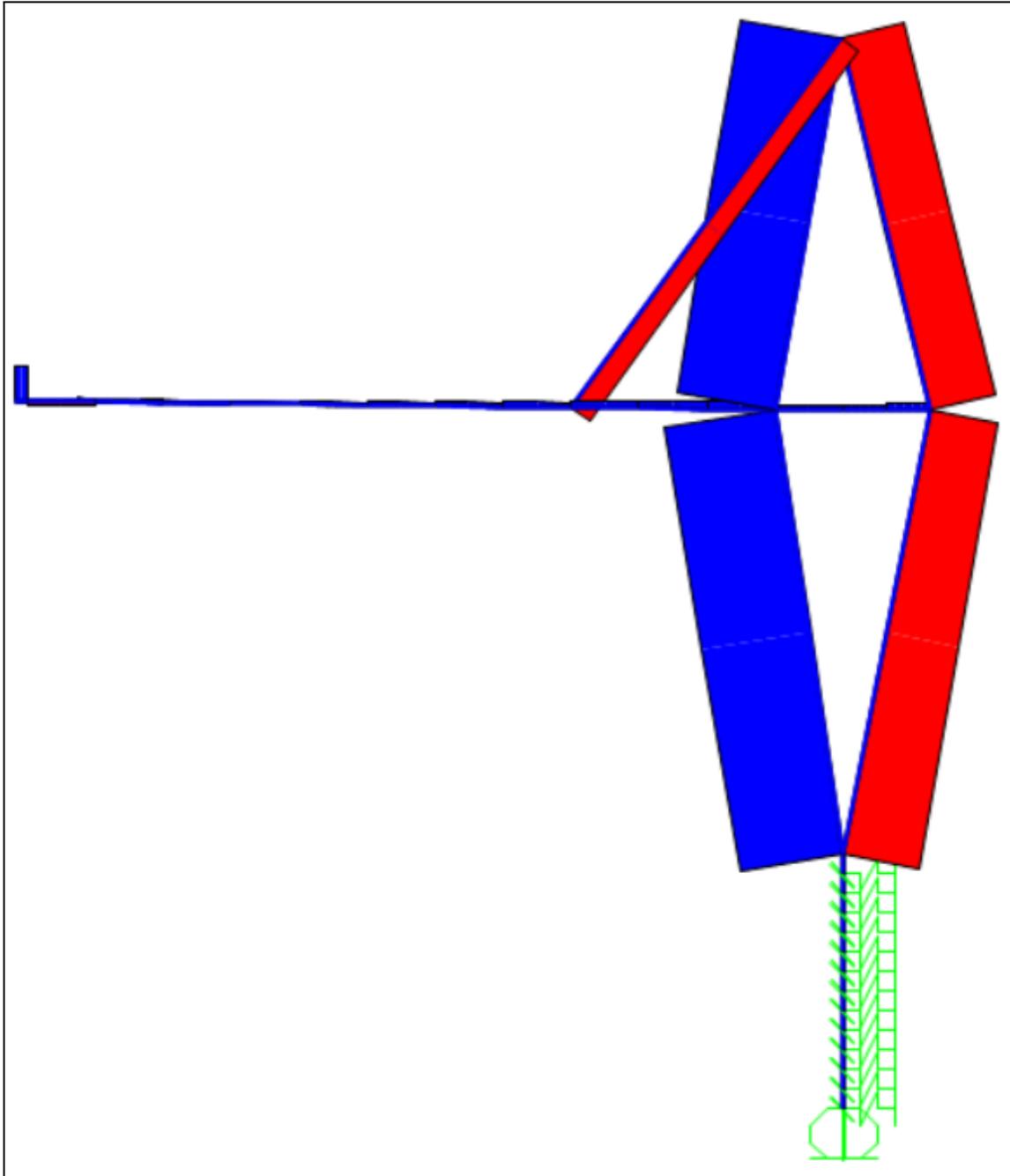


Figura 13. Diagrama de esfuerzos axiales para cargas de succión

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	<u>INTEGRANTES</u>	Página N° 22 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

7.10. Fundaciones

Las fundaciones de la estructura serán pilotes de hormigón armado de 1,4 m de diámetro cuya profundidad es de 13 m hasta un suelo de características resistentes aceptables.

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 23 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

8. Análisis de cargas

8.1. Carga muerta [D]

8.1.1. Cubierta de techo

En este caso se considera el peso de las chapas de revestimiento, las correas, la barrera de vapor y la aislación térmica. En la siguiente tabla se muestra el cálculo del peso distribuido por unidad de área sobre la cubierta de techo, así como el peso total de la cubierta:

Peso de la cubierta	
Área cubierta	26710 m ²
Chapa Megacold EPS e = 60 mm	
Peso unitario	0,12 kN/m²
Peso barrera de vapor + aislación térmica	
Material	Lana de vidrio
Peso m ³	11,88 kg
Volumen	0,182 m ³
Densidad	65,27 kg/m ³
Peso específico	0,65 kN/m ³
Espesor	0,05 m
Peso unitario	0,03 kN/m²
Correas	
Largo correas	
W18x77	215 m
W16x57	117 m
W14x38	156 m
Peso correas	
W18x77	246 kN
W16x57	99 kN
W14x38	88 kN
Peso unitario	0,32 kN/m²
P. unitario cub.	0,47 kN/m²
Peso total	12500 kN

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 24 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u>		PELLEGRINI, Gabriel - 13762	2024
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	

8.1.2. Anillo reticulado externo, anillo reticulado interno y vigas reticuladas principales

Se calcula el peso distribuido por unidad de longitud considerando todos los elementos que conforman un patrón completo del reticulado, es decir, la suma de los pesos de los elementos que conforman el reticulado en una longitud de 2,88 m, entonces, en esta longitud se considera el peso de los siguientes elementos:

- 4 cordones
- 4 diagonales superiores
- 2 diagonales inferiores

Dividiendo el total del peso en ese tramo por la longitud considerada se obtiene el peso distribuido por unidad de longitud del reticulado de 4 cordones. Luego conociendo la longitud del anillo interno se calcula el peso total del mismo.

En la siguiente tabla se muestran los cálculos y resultados de los procedimientos explicados anteriormente, para los anillos reticulados externo e interno y las vigas reticuladas principales:

Peso reticulado anillo externo								
Elemento	Sección	Peso unitario [kg/m]	Longitud elemento [m]	P. elementos [kg]	P. del tramo [kg]	P. un. reticulado [kg/m]	P. un. reticulado [kN/m]	Peso total [kN]
Cor. superior	168,3 x 7,1	28,23	2,88	162,60	420,1	146	1,5	2021
Cor. inferior	168,3 x 7,1	28,23	2,88	162,60				
Diag. sup.	88,9 x 3,2	6,76	1,9	25,82				
Diag. lat.	127 x 3,2	9,77	3,54	69,08				

Peso reticulado anillo interno								
Elemento	Sección	Peso unitario [kg/m]	Longitud elemento [m]	P. elementos [kg]	P. del tramo [kg]	P. un. reticulado [kg/m]	P. un. reticulado [kN/m]	Peso total [kN]
Cor. superior	273 x 6,35	41,76	2,88	240,54	608,2	211	2,11	1601
Cor. inferior	273 x 6,35	41,76	2,88	240,54				
Diag. sup.	88,9 x 3,2	6,76	1,91	25,82				
Diag. lat.	129 x 4,75	14,32	3,54	101,26				

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024
Peso reticulado vigas principales

Elemento	Seccion	Peso unitario [kg/m]	Longitud elemento [m]	P. elementos [kg]	P. del tramo [kg]	P. un. reticulado [kg/m]	P. un. reticulado [kN/m]	Peso total [kN]
Cor. superior	273 x 6,35	41,76	2,88	240,54	504,7	175	1,8	3928
Cor. inferior	273 x 6,35	41,76	2,88	240,54				
Diag. sup.	88,9 x 3,2	6,76	1,75	23,66				
Diag. lat.	168,3 x 6,35	25,36	3,54	179,32				

8.1.3. Tensores de acero superiores de cubierta

A partir del peso por unidad de longitud de los cables de acero de 6 cordones IPH, brindado por el fabricante, y con la longitud total de los tensores se calcula el peso total de los mismos.

Peso de tensores de acero superiores de cubierta	
Peso unitario	0,11 kN/m
Longitud total	2318 m
Peso total	255 kN

8.1.4. Riostras superiores de cubierta

A partir del peso por unidad de longitud de los tubos de acero, brindado por la tabla de perfiles del CIRSOC 301, y con la longitud total de riostras en la cubierta se calcula el peso total de los mismos.

Peso de riostras superiores de cubierta	
Peso unitario	1,17 kN/m
Longitud total	1442 m
Peso total	1691 kN

8.1.5. Riostras laterales

A partir del peso por unidad de longitud de los tubos de acero, brindado por la tabla de perfiles del CIRSOC 301, y con la longitud total de riostras laterales se calcula el peso total de los mismos.

Peso de riostras laterales	
Peso unitario	1,55 kN/m
Longitud total	1241 m
Peso total	1926 kN

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 26 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

8.1.6. Columnas

En el peso de las columnas se considera tanto la parte inferior de las mismas como la parte superior por encima de la cubierta.

Peso de columnas	
Peso unitario	5,64 kN/m
Longitud total	1789 m
Peso total	10087 kN

8.1.7. Vigas de vinculación de columnas

Se considera el peso de las vigas que conectan las dos columnas.

Peso de vigas de vinculación de columnas	
Peso unitario	5,18 kN/m
Longitud total	171 m
Peso total	885 kN

		INTEGRANTES	Página N° 27 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

8.2. Carga de viento [W]

Para la determinación de las cargas de viento se realiza una simulación de un ensayo en un túnel de viento en el programa Robot Structural Analysis de Autodesk siguiendo las especificaciones del **REGLAMENTO ARGENTINO DE ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES CIRSOC 102**.

8.2.1. Determinación de la velocidad básica del viento, V

La velocidad básica del viento V que se usa en la determinación de las cargas de viento de diseño sobre edificios y otras estructuras se debe obtener del mapa de la Figura 1 A o de la Figura 1 B, según lo establecido en el inciso 5.4. En este caso, dado que el estadio se encuentra en la provincia de Mendoza:

- $V = 39 \text{ m/s}$

CIUDAD	V (m/s)
BAHIA BLANCA	55,0
BARILOCHE	46,0
BUENOS AIRES	45,0
CATAMARCA	43,0
COMODORO RIVADAVIA	67,5
CORDOBA	45,0
CORRIENTES	46,0
FORMOSA	45,0
LA PLATA	46,0
LA RIOJA	44,0
MAR DEL PLATA	51,0
MENDOZA	39,0
NEUQUEN	48,0
PARANA	52,0
POSADAS	45,0
RAWSON	60,0
RESISTENCIA	45,0
RIO GALLEGOS	60,0
ROSARIO	50,0
SALTA	35,0
SANTA FE	51,0
SAN JUAN	40,0
SAN LUIS	45,0
SAN MIGUEL DE TUCUMAN	40,0
SAN SALVADOR DE JUJUY	34,0
SANTA ROSA	50,0
SANTIAGO DEL ESTERO	43,0
USHUAIA	60,0
VIEDMA	60,0

Figura 1.B Velocidades básicas del viento en ciudades del CIRSOC 102

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 28 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

8.2.2. Determinación del factor de direccionalidad, K_d

El factor de direccionalidad del viento, K_d , se debe obtener de la Tabla 6, en el caso en análisis se tiene una estructura con un comportamiento similar a una cubierta abovedada, por lo tanto:

- $K_d = 0,85$

Tipo de estructura	Factor de direccionalidad K_d^*
Edificios Sistema principal resistente a la fuerza de viento Componentes y revestimientos	0,85 0,85
Cubiertas abovedadas	0,85
Chimeneas, tanques y estructuras similares Cuadradas Hexagonales Redondas	0,90 0,95 0,95
Carteles llenos	0,85
Carteles abiertos y estructura reticulada	0,85
Torres reticuladas Triangular, cuadrada, rectangular Toda otra sección transversal	0,85 0,95

Tabla 6. Factor de direccionalidad del viento K_d del CIRSOC 102

8.2.3. Determinación del factor de importancia, I

El factor de importancia se obtiene de la Tabla 1, según lo especificado en el inciso 5.5, y se debe determinar en base a las categorías de edificios y otras estructuras indicadas en la Tabla A-1, del Apéndice A.

Categoría	I
I	0,87
II	1,00
III	1,15
IV	1,15

Tabla 1 - Factor de importancia I del CIRSOC 102

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

Naturaleza de la Ocupación	Categoría
Edificios y otras estructuras que representan un bajo riesgo para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalaciones Agrícolas. ▪ Ciertas instalaciones temporarias. ▪ Instalaciones menores para almacenamiento. 	I
Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en Categorías I, III y IV.	II
Edificios y otras estructuras que representan un peligro substancial para la vida humana en caso de falla incluyendo, pero no limitado a: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Edificios y otras estructuras donde se reúnen más de 300 personas en un área. ▪ Edificios y otras estructuras para guarderías, escuelas primarias y secundarias con capacidad mayor que 150 personas. ▪ Edificios y otras estructuras con instalaciones para el cuidado diurno con capacidad mayor que 150 personas. ▪ Edificios y otras estructuras con una capacidad mayor que 500 personas para universidades o instalaciones para educación de adultos. ▪ Instalaciones para el cuidado de la salud con una capacidad de 50 o más pacientes residentes pero sin instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia. ▪ Instalaciones para cárceles y detenciones. ▪ Estaciones de generación de energía y otras instalaciones de utilidad pública no incluidas en la Categoría IV. Edificios y otras estructuras que contienen suficientes cantidades de sustancias tóxicas o explosivas como para ser peligrosas al público si se liberan, incluyendo, pero no limitado, a: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalaciones petroquímicas. ▪ Instalaciones para almacenamiento de combustibles. ▪ Plantas de fabricación o almacenamiento de productos químicos peligrosos. ▪ Plantas de fabricación o almacenamiento de explosivos. Edificios y otras estructuras equipados con contención secundaria de sustancias tóxicas, explosivas u otras peligrosas (incluyendo, pero no limitado a, tanques de doble pared, receptáculos de tamaño suficiente para contener un derrame u otros medios de contención de derrames o explosiones dentro de los límites de la instalación y prevenir la liberación de cantidades de contaminantes nocivas para el aire, el suelo, el agua freática o superficial) deben clasificarse como estructuras de Categoría II.	III
Edificios y otras estructuras diseñadas como instalaciones esenciales, incluyendo, pero no limitados a: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hospitales y otras instalaciones para el cuidado de la salud que tienen instalaciones para cirugía o tratamientos de emergencia. ▪ Cuarteles de bomberos, centros de rescate, estaciones de policía y garajes para vehículos de emergencia. ▪ Refugios diseñados contra sismos, huracanes y otras emergencias. ▪ Centros de comunicaciones y otras instalaciones necesarias para respuestas a emergencias. ▪ Estaciones generadoras de energía y otras instalaciones de utilidad pública necesarias en una emergencia. ▪ Estructuras auxiliares necesarias para la operación de aquellas de Categoría IV durante una emergencia (incluyendo pero no limitado a torres de comunicación, tanques de almacenamiento de combustible, torres de refrigeración, estructuras de sub-estaciones de electricidad, tanques de agua para incendio u otras estructuras de alojamiento o soporte de agua, otros materiales o equipamiento para combatir el fuego. ▪ Torres de control de aviación, centros de control de tráfico aéreo y hangares de emergencia. ▪ Instalaciones de almacenamiento de agua y estructuras de bombeo requeridas para mantener la presión de agua para combatir incendios. ▪ Edificios y otras estructuras con funciones críticas de defensa nacional. 	IV

Tabla A.1 - Clasificación de Edificios y Otras Estructuras para Cargas de Viento del CIRSOC 102

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 30 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

En este caso se tiene, debido a la naturaleza de ocupación del estadio, una estructura de Categoría 3, la cual corresponde a un factor de importancia igual a:

- $I = 1,15$

8.2.4. Determinación categoría de exposición

Para cada dirección de viento considerada, se debe determinar una categoría de exposición que refleje adecuadamente las características de las irregularidades de la superficie del terreno para el lugar en el cual se va a construir el edificio o la estructura.

Según lo especificado en el inciso 5.6.1, para cualquier dirección dada de viento, la exposición en la cual se ubica un edificio específico u otra estructura se debe fijar dentro de las siguientes categorías:

- **Exposición A.** Centro de grandes ciudades con al menos 50% de los edificios de altura mayor que 20 m. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición A prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 800 m ó 10 veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor. Se tendrán en cuenta los posibles efectos de acanalamiento o presiones dinámicas incrementadas debido a que el edificio o estructura se localiza en la estela de edificios adyacentes.
- **Exposición B.** Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores. El uso de esta categoría de exposición está limitado a aquellas áreas para las cuales el terreno representativo de la Exposición B prevalece en la dirección de barlovento en una distancia de al menos 500 m ó 10 veces la altura del edificio u otra estructura, la que sea mayor.
- **Exposición C.** Terrenos abiertos con obstrucciones dispersas, con alturas generalmente menores que 10 m. Esta categoría incluye campo abierto plano y terrenos agrícolas.
- **Exposición D.** Áreas costeras planas, sin obstrucciones, expuestas al viento soplando desde aguas abiertas en una distancia de al menos 1600 m. Esta exposición se debe aplicar solamente a aquellos edificios y otras estructuras expuestas al viento soplando desde el agua. La exposición D se extiende tierra adentro desde la costa a una distancia de 500 m ó 10 veces la altura del edificio o estructura, la que sea mayor.

En este caso, tenemos:

- Categoría de **Exposición C.**

8.2.5. Determinación coeficientes de exposición para la presión dinámica, K_z

En base a la categoría de exposición determinada en el artículo 5.6.1., se debe obtener de la Tabla 5 un coeficiente de exposición para la presión dinámica K_z , el cual se puede determinar mediante la siguiente expresión:

Para $5 \text{ m} \leq z \leq z_g$:

$$K_z = 2,01 \left(z / z_g \right)^{2/\alpha}$$

Para $z < 5 \text{ m}$:

$$K_z = 2,01 \left(5 / z_g \right)^{2/\alpha}$$

Donde α y z_g se obtienen de la Tabla 4:

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618**

2024

Exposición	α	z_g (m)	\hat{a}	\hat{b}	$\bar{\alpha}$	\bar{b}	c	ℓ (m)	$\bar{\varepsilon}$	z_{min} (m)
A	5,0	457	1/5	0,64	1/3,0	0,30	0,45	55	1/2,0	18,3
B	7,0	366	1/7	0,84	1/4,0	0,45	0,30	98	1/3,0	9,2
C	9,5	274	1/9,5	1,00	1/6,5	0,65	0,20	152	1/5,0	4,6
D	11,5	213	1/11,5	1,07	1/9,0	0,80	0,15	198	1/8,0	2,1

z_{min} : altura mínima utilizada para asegurar que la altura equivalente \bar{z} es mayor que $0,6h$ ó z_{min} . Para edificios con $h \leq z_{min}$, \bar{z} se debe tomar como z_{min} .

Tabla 4. Constantes de exposición del terreno del CIRSOC 102

En este caso, α y k_g tienen un valor de:

- $\alpha = 9,5$
- $z_g = 274 \text{ m}$

Se calculan los valores de K_z para valores de z que varían entre 0 m y 100 m , los cuales se ven resumidos en la siguiente tabla:

z [m]	K_z [m]
0	0,87
5	0,87
25	1,21
50	1,40
75	1,53
100	1,63

8.2.6. Determinación factor topográfico, K_{zt}

El efecto del aumento de la velocidad del viento se debe incluir en el cálculo de las cargas de viento de diseño mediante el factor K_{zt} , el cual se determina según el inciso 5.7.2 como:

$$K_{zt} = (1 + K_1 \cdot K_2 \cdot K_3)^2$$

donde K_1 , K_2 y K_3 se incluyen en la Figura 2.

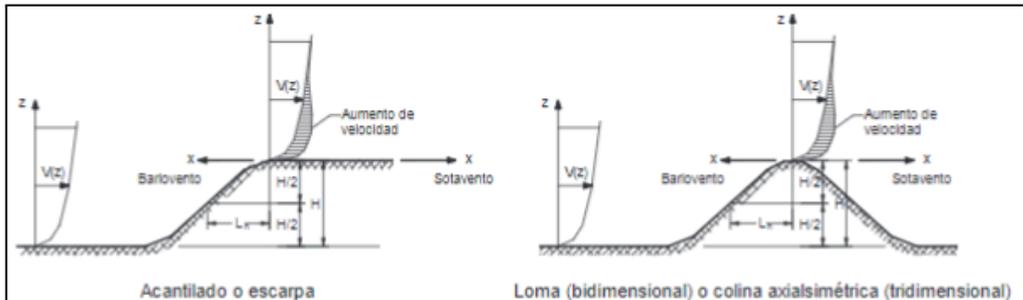
DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024



Multiplicadores topográficos para exposición C

H/L_n	Multiplicador K_1			x/L_n	Multiplicador K_2		z/L_n	Multiplicador K_3		
	Loma bidim.	Escarpa bidim.	Colina tridim. axialsim.		Escarpa bidim.	Todos los otros casos		Loma bidim.	Escarpa bidim.	Colina tridim. axialsim.
0,20	0,29	0,17	0,21	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00
0,25	0,36	0,21	0,26	0,50	0,88	0,67	0,10	0,74	0,78	0,67
0,30	0,43	0,26	0,32	1,00	0,75	0,33	0,20	0,55	0,61	0,45
0,35	0,51	0,30	0,37	1,50	0,63	0,00	0,30	0,41	0,47	0,30
0,40	0,58	0,34	0,42	2,00	0,50	0,00	0,40	0,30	0,37	0,20
0,45	0,65	0,38	0,47	2,50	0,38	0,00	0,50	0,22	0,29	0,14
0,50	0,72	0,43	0,53	3,00	0,25	0,00	0,60	0,17	0,22	0,09
				3,50	0,13	0,00	0,70	0,12	0,17	0,06
				4,00	0,00	0,00	0,80	0,09	0,14	0,04
							0,90	0,07	0,11	0,03
							1,00	0,05	0,08	0,02
							1,50	0,01	0,02	0,00
							2,00	0,00	0,00	0,00

Notas:

- Para valores de H/L_n , x/L_n y z/L_n distintos a los indicados, se permite la interpolación lineal.
- Para $H/L_n > 0,5$, suponer que $H/L_n = 0,5$ para la evaluación de K_1 , y substituir L_n por $2H$ para la evaluación de K_2 y K_3 .
- Los multiplicadores se basan en la suposición de que el viento se aproxima a la colina o escarpa en la dirección de máxima pendiente.
- Simbología:
 - H : altura de la colina o escarpa referida al terreno ubicado a barlovento, en m.
 - L_n : distancia hacia barlovento, desde la cresta hasta el punto en que la diferencia de elevación del terreno es la mitad de la altura de la colina o escarpa, en m.
 - K_1 : factor que tiene en cuenta las características topográficas y el efecto de máximo aumento de velocidad.
 - K_2 : factor que tiene en cuenta la reducción en el aumento de velocidad, con la distancia desde la cresta, a barlovento o sotavento.
 - K_3 : factor que tiene en cuenta la reducción en el aumento de velocidad con la altura sobre el terreno local.
 - x : distancia (a barlovento o a sotavento) desde la cresta hasta el lugar del edificio, en m.
 - z : altura sobre el nivel del terreno local, en m.
 - μ : factor de atenuación horizontal.
 - γ : factor de atenuación en altura.

Figura 2. Factor topográfico K_{zt} del CIRSOC 102

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

En este caso, $K_1 = K_2 = K_3 = 0$, por lo tanto:

- $K_{zt} = 1$

8.2.7. Determinación factor de efecto de ráfaga, G

Según el inciso 5.8.1 para las estructuras rígidas el factor de efecto de ráfaga se debe adoptar igual a:

- $G = 0,85$

8.2.8. Determinación del perfil de viento

Para poder determinar las cargas de viento con el programa Robot Structural Analysis, debemos de obtener el perfil de viento, afectado por todos los factores antes calculados, el cual está dado por:

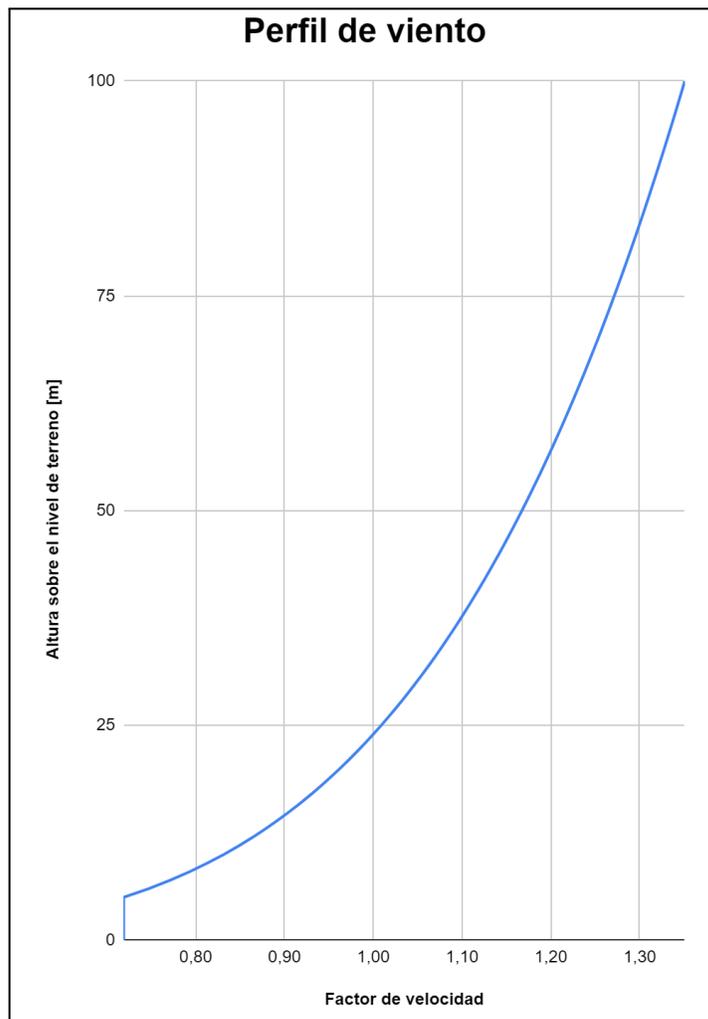


Figura 14. Perfil del viento

8.2.9. Obtención de resultados

		INTEGRANTES	Página N° 34 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

En primer lugar se carga la estructura importando el archivo de barras en 3d realizado en *Autocad 3d*, Luego se colocan las placas de cerramiento que es la cara de la cubierta expuesta a los efectos del viento. Además se coloca un cilindro inferior que simula la altura de las gradas del estadio, para que sea una barrera contra el viento y genere un aumento de la velocidad en la zona intermedia lo cual hará una mayor presión sobre la cubierta.

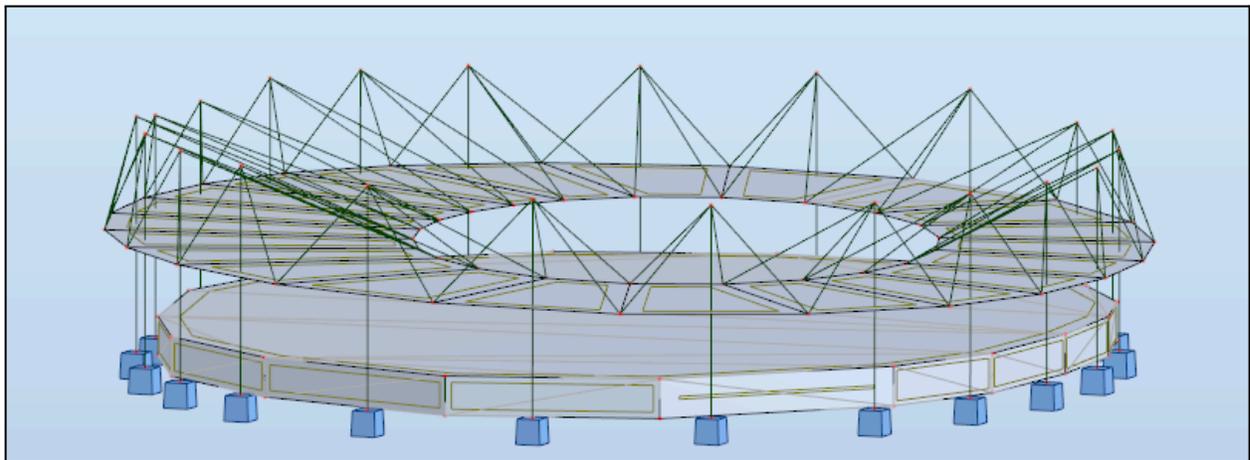
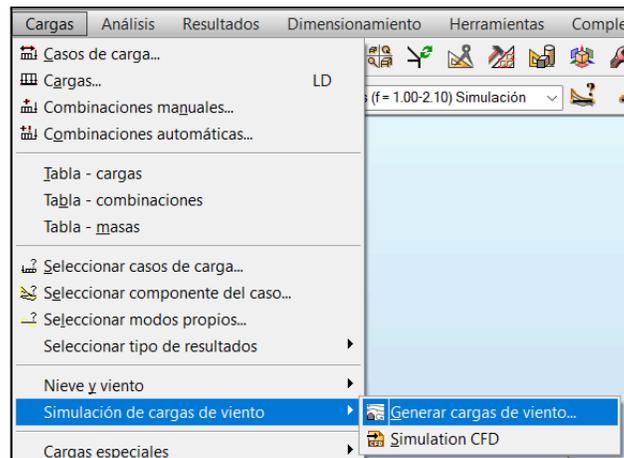


Figura 15. Simulación estructural

Lo siguiente es seleccionar en *Cargas > Simulación de cargas de viento > Generar cargas de viento*.



Una vez en este apartado se tiene que cargar el perfil altimétrico del viento de la zona y la velocidad característica según lo determinado anteriormente, el software nos pide esos dos datos como se muestra en las siguientes imágenes:

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

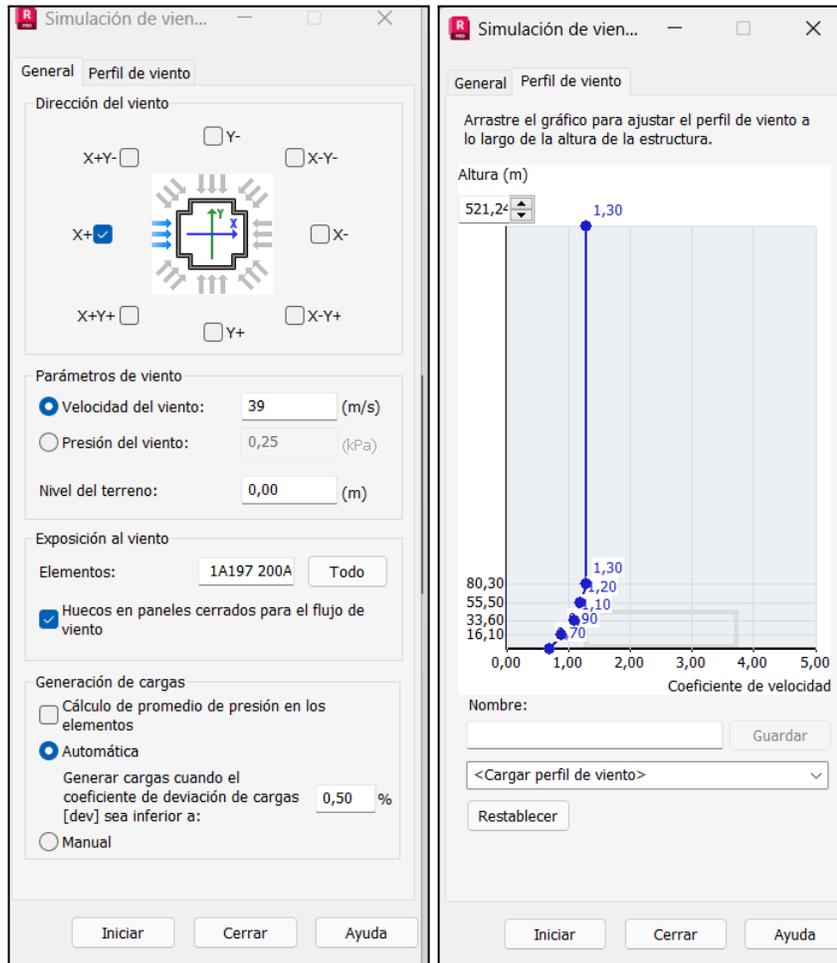


Figura 16. Parámetros del viento en software

Con esto y teniendo el modelo junto con los cerramientos se pide al modelo dos estados de carga uno correspondiente para la dirección X (+) y el otro para la dirección Y (+) .

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

8.2.1 Viento en dirección X

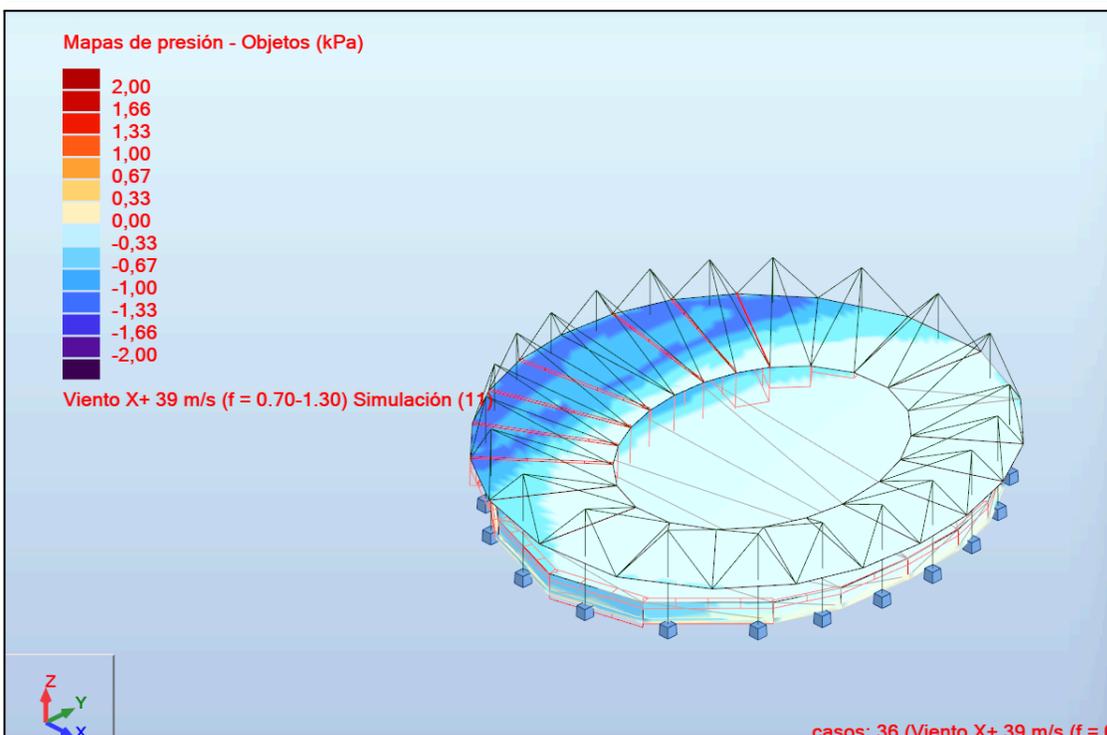
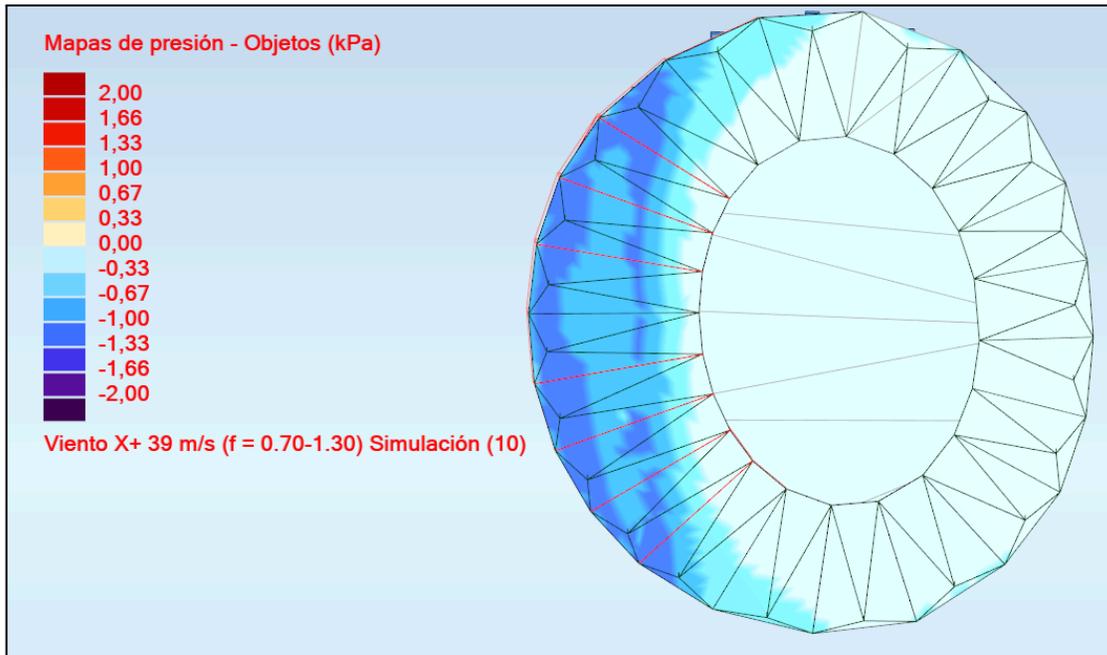


Figura 17. Mapas de presión viento X +

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

A continuación se realiza una discretización de las cargas obtenida en el software *Robot*, para poder aplicarlo como una carga uniformemente distribuida en *SAP2000*

Para ello la cubierta se divide en tres zonas donde el valor de la carga varía en cada uno de ellas, en la siguiente imagen se observa como se ve la zonificación:

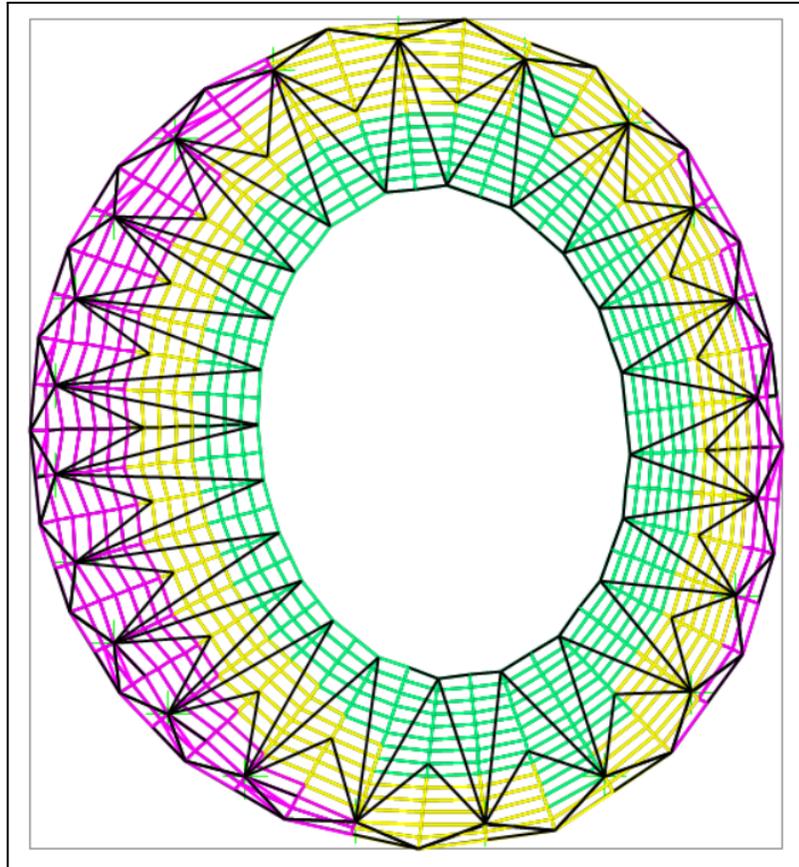


Figura 18. Zonificación presión de viento X

Cargas Cubierta Viento X		
Zona	Color	Presión [kN/m2]
1	Magenta	1,6
2	Amarillo	1,2
3	Verde	0,8

Ya con este estado de carga se continúa con su análisis en las combinaciones de cargas respectivas.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

8.2.2 Viento en dirección Y

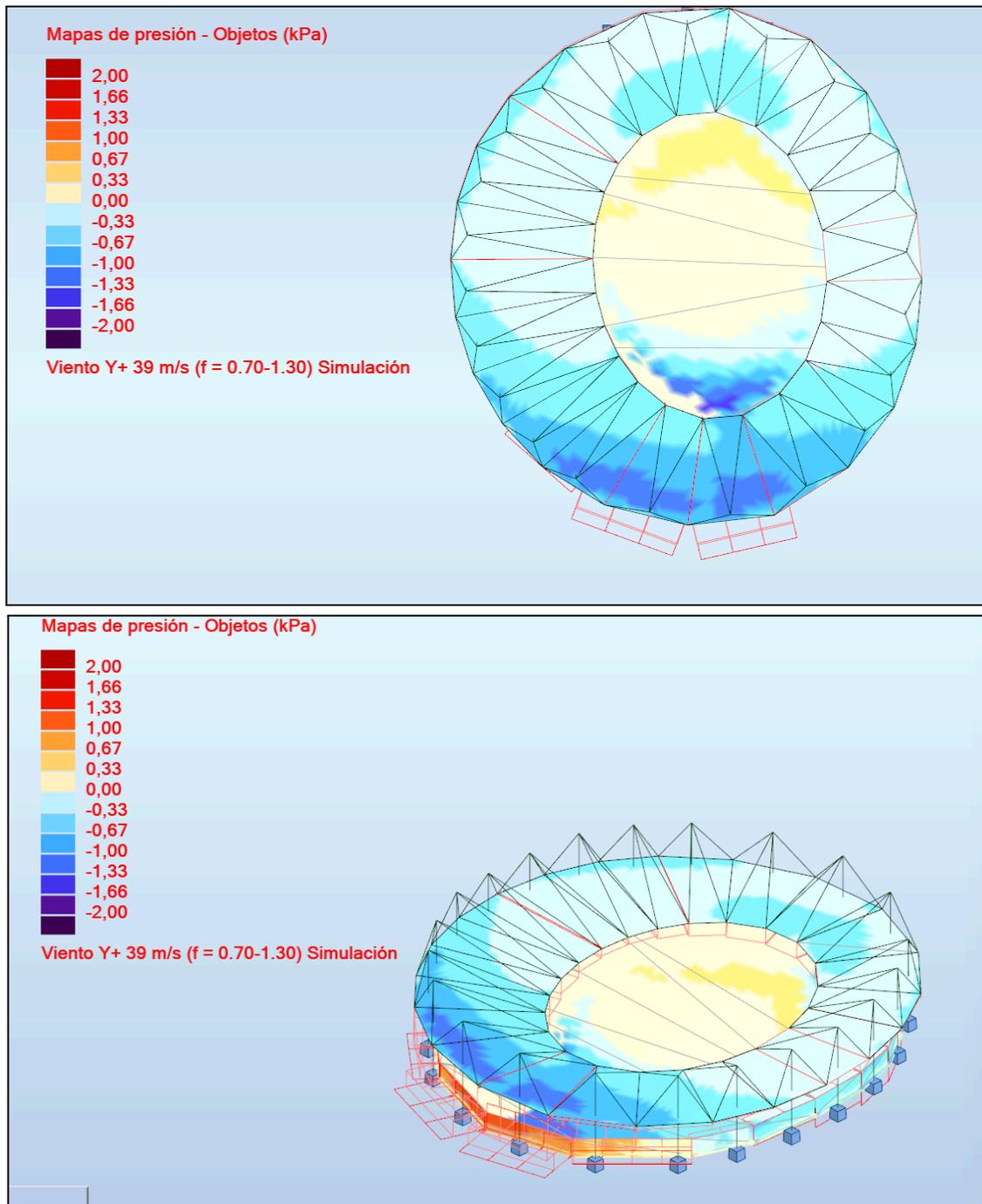


Figura 19. Mapas de presión viento Y +

En este caso se repite el proceso anterior y se divide en 3 zonas:

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

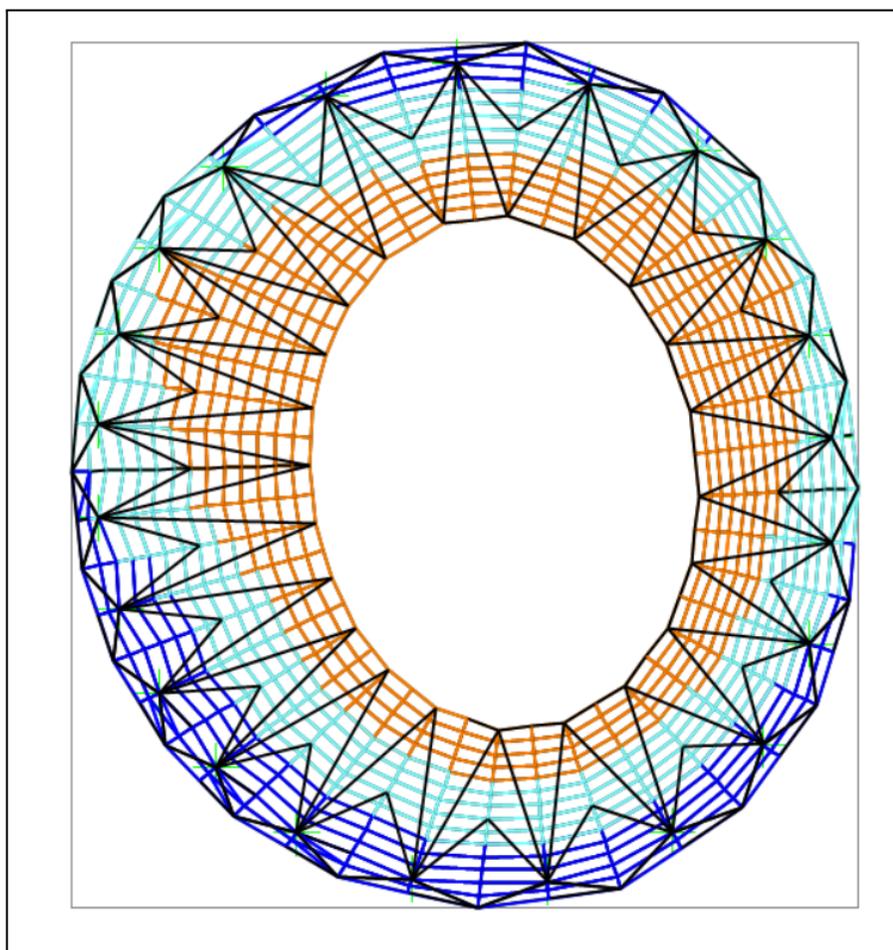


Figura 20. Zonificación presión de viento Y

Cargas Cubierta Viento Y		
Zona	Color	Presión [kN/m ²]
1		1,2
2		1
3		0,8

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 40 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES		PELLEGRINI, Gabriel - 13762	2024
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	

8.3. Carga de nieve [S]

Para la determinación de las cargas de nieve se utiliza el *REGLAMENTO ARGENTINO DE ACCIÓN DE LA NIEVE Y DEL HIELO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES CIRSOC 104*.

8.3.1. Definición del tipo de cubierta

Según el capítulo 1.4, se definen dos tipos de cubiertas:

- **Cubierta plana:** Se definen como cubiertas planas a aquellas que presentan una pendiente $\leq 5^\circ$.
- **Cubierta con baja pendiente:** Se definen como cubiertas con baja pendiente a aquellas cubiertas que presentan una pendiente $\leq 15^\circ$.

En el caso de este proyecto, la pendiente de la cubierta es del 4%, por lo tanto se presenta una cubierta plana.

8.3.2. Determinación carga de nieve a nivel del terreno, p_g

Se determinan las cargas de nieve a nivel de terreno p_g según lo establecido por el Capítulo 2, las cuales son función del emplazamiento de la estructura y surgen de tablas. Para este caso, el estadio se encuentra en la provincia de Mendoza, por lo tanto utilizando la Tabla 1.8 obtiene que el valor de p_g en el departamento de Ciudad es de $p_g = 0,3 \text{ kN/m}^2$.

Nº	LOCALIDAD	DEPARTAMENTO	HSNM	p_g (kN/m ²)
17	General Alvear	General Alvear	466	0,9
4	Godoy Cruz	Godoy Cruz	900	0,3*
6	Guaymallén	Villa Nueva	750	0,3
9	Junín	Junín	606	0,3
13	La Paz	La Paz	503	0,3
1	Las Heras	Las Heras	750	0,3
2	Lavalle	Lavalle	600	0,3
5	Luján de Cuyo	Luján de Cuyo	935	0,3
7	Maipú	Maipú	750	0,3
18	Malargüe	Malargüe	1440	0,9
3	Mendoza	Capital	757	0,3
11	Rivadavia	Rivadavia	654	0,3
15	San Carlos	San Carlos	941	0,9
8	San Martín	San Martín	657	0,3
16	San Rafael	San Rafael	688	0,9
12	Santa Rosa	Santa Rosa	606	0,3
14	Tunuyán	Tunuyán	869	0,3
10	Tupungato	Tupungato	1067	0,9

Tabla 1.8 Cargas de nieve a nivel de terreno en Mendoza del CIRSOC 104

8.3.3. Determinación del factor térmico, C_t

El valor de C_t se obtiene de la tabla 3, en este caso:

- $C_t = 1$.

		INTEGRANTES	Página N° 41 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

Condición Térmica (*)	C_t
Todas las estructuras excepto las que se indican a continuación	1,0
Estructuras mantenidas justo por encima del congelamiento y otras con cubiertas frías ventiladas en las cuales la resistencia térmica, R , entre el espacio ventilado y el espacio calefaccionado sea $> 4,4 \text{ K m}^2/\text{W}$ (kelvin metro cuadrado por watt)	1,1
Estructuras no calefaccionadas y estructuras intencionalmente mantenidas debajo del punto de congelamiento	1,2
Invernaderos continuamente calefaccionados (**) con una cubierta con resistencia térmica, R , $< 0,4 \text{ K m}^2/\text{W}$ (kelvin metro cuadrado por watt)	0,85
(*) Estas condiciones deben ser representativas de aquellas previstas para los inviernos durante la vida de la estructura. (**) Los invernaderos continuamente calefaccionados son aquellos con una temperatura interior constantemente mantenida de 10°C ó más, en cualquier punto a 1 m sobre el nivel de piso durante los inviernos y que tengan un asistente de mantenimiento constante, o un sistema de alarma de temperaturas para avisar en caso de falla de la calefacción. $1 \text{ K m}^2 / \text{W} = 1^\circ \text{C m}^2 / \text{W}$	

Tabla 3 - Factor térmico C_t del CIRSOC 104

8.3.4. Factor de exposición, C_e

El valor de C_e se obtiene de la tabla 2, en este caso, dado que la estructura se encuentra totalmente expuesta, corresponde un Factor de exposición de categoría C:

- $C_e = 0,9$

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

Categoría de terreno	Exposición de la cubierta (*)		
	totalmente expuesta	parcialmente expuesta	protegida
A (ver Apéndice A)	N/A	1,1	1,3
B (ver Apéndice A)	0,9	1,0	1,2
C (ver Apéndice A)	0,9	1,0	1,1
D (ver Apéndice A)	0,8	0,9	1,0
Encima de la línea de árboles en áreas montañosas barridas por el viento	0,7	0,8	N/A

La categoría de terreno y las condiciones de exposición de la cubierta elegidas deben ser representativas de las condiciones previstas durante la vida de la estructura. Se debe determinar un factor de exposición para cada cubierta de una estructura.

(*) Definiciones

Cubiertas parcialmente expuestas: Son todas las cubiertas excepto las que se indican a continuación:

Cubiertas totalmente expuestas: Son las cubiertas expuestas en todos sus lados sin la protección(**) aportada por el terreno, por estructuras más altas o por árboles. Las cubiertas que contienen varias piezas grandes de equipo mecánico, parapetos que se extienden por encima de la altura de la carga balanceada de nieve h_b , u otras obstrucciones, no se incluyen en esta categoría .

Cubiertas protegidas: Son las cubiertas ubicadas muy cerca o entre árboles tipo coníferas que califican como obstrucciones.

(**)Las obstrucciones comprendidas en una distancia de **10 h_o** brindan “protección”, siendo h_o la altura de la obstrucción por encima del nivel de la cubierta. Si las únicas obstrucciones son unos pocos árboles de hojas caducas que están sin hojas en invierno, se deberá utilizar la categoría “**cubierta totalmente expuesta**” excepto para terreno de categoría “**A**”. Se hace notar que éstas son alturas por encima de la cubierta. Las alturas utilizadas para establecer las Categorías de Terreno en el Apéndice A son alturas por encima del suelo

N/A no aplicable

 Tabla 2 - Factor de exposición C_e del CIRSOC 104

		INTEGRANTES	Página N° 43 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI , Gabriel - 13762 SILVESTRE , Kevin - 13904 TOBARES , Isaías - 13618	2024

8.3.5. Factor de importancia, I

El valor del factor de importancia I se obtiene de la tabla 4, en este caso dado que la estructura corresponde a una Categoría *III*, por lo tanto:

- $I = 1,1$

Categoría *	I
I	0,8
II	1,0
III	1,1
IV	1,2

* Ver Apéndice B

Tabla 4 - Factor de Importancia I del CIRSOC 104

8.3.6. Determinación de carga de nieve sobre cubierta plana, p_f

Según el Capítulo 3, la carga de nieve p_f sobre una cubierta con pendiente igual o menor que 5° , se debe determinar utilizando la siguiente expresión:

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

$$p_f = 0,7 * 0,9 * 1 * 1,1 * 0,3 \text{ kN/m}^2 = 0,2079 \text{ kN/m}^2$$

Debiendo ser el valor de p_f mayor o igual que los siguientes valores mínimos para las cubiertas con baja pendiente, según lo establecido por el inciso 3.4:

$$p_f = I p_g, \text{ (factor de Importancia multiplicado por } p_g) \text{ para } p_g \leq 1 \text{ kN/m}^2$$

$$p_f = I(1) \text{ (factor de Importancia multiplicado por 1) para } p_g > 1 \text{ kN/m}^2$$

En este caso, dado que $p_g = 0,3 \text{ kN/m}^2 < 1 \text{ kN/m}^2$ se tiene $p_f \geq I p_g = 1,1 * 0,3 \text{ kN/m}^2 = 0,33 \text{ kN/m}^2$.

Por lo tanto, la **carga de nieve sobre la cubierta**, es la carga de nieve mínima $p_f = 0,33 \text{ kN/m}^2$.

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 44 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u> Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

8.4. Sobrecargas [L_r]

Para la determinación de las sobrecargas de cubierta se siguen las especificaciones del REGLAMENTO ARGENTINO DE CARGAS PERMANENTES Y SOBRECARGAS MÍNIMAS DE DISEÑO PARA EDIFICIOS Y OTRAS ESTRUCTURAS CIRSOC 101.

Según el capítulo 4.9. SOBRECARGAS MÍNIMAS PARA CUBIERTAS, en el inciso 4.9.1 se establece que, en cubiertas comunes planas, horizontales o con pendiente y curvas se diseñarán para las sobrecargas especificadas en la expresión (4.2.) u otras combinaciones de cargas de control fijadas en los reglamentos específicos de cada material, aquella que produzca las mayores solicitudes. En estructuras tales como invernaderos, donde se usa andamiaje especial como superficie de trabajo para obreros y materiales durante las operaciones de reparación y mantenimiento, no se podrá usar una carga de cubierta menor que la especificada en la expresión (4.2) a menos que la apruebe la autoridad bajo cuya jurisdicción se realiza la obra.

$$L_r = 0,96 R_1 R_2 \quad \text{siendo} \quad 0,58 \leq L_r \leq 0,96 \quad (4.2)$$

donde:

- L_r → sobrecarga de cubierta por metro cuadrado de proyección horizontal en kN/m^2 .

Los factores de reducción R1 y R2 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 $A_t \geq 56 \text{ m}^2$
$R_2 = 1$	para $F \leq 4$
$R_2 = 1,2 - 0,05 F$	para $4 < F < 12$
$R_2 = 0,6$	para $F \geq 12$

donde:

- A_t → área tributaria en metros cuadrados soportada por cualquier elemento estructural.
- $F = 0,12 * \text{Pendiente}$, con la pendiente expresada en porcentaje.

Debido a que la geometría de los módulos componentes, para la obtención de la sobrecarga de cubierta se han considerado 3 zonas, de igual manera que para la obtención de las cargas de viento.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

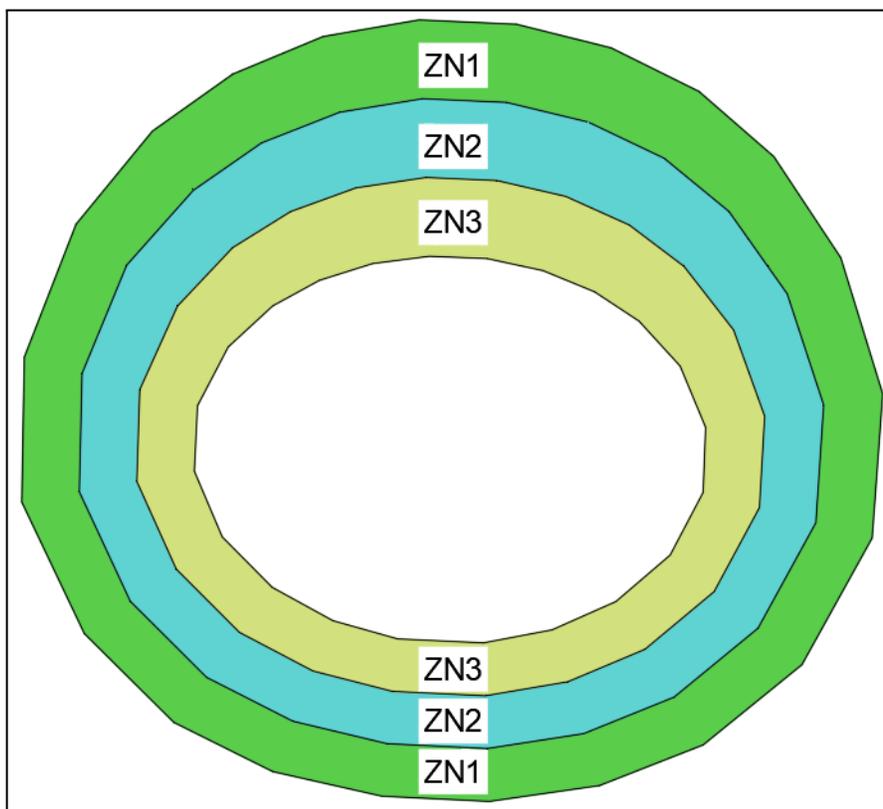


Figura 21. Zonificación de la cubierta para las sobrecargas de cubierta

Las sobrecargas en cada una de las zonas se encuentran calculadas en las siguientes tablas:

Determinacion L roof - Zona 1	
Clasificación	Cubierta pesada
Separación	3 m
Longitud	19,5 m
Área tributaria	58,5 m ²
R1	0,6
Pendiente	4 %
R2	1,008
$L_r = 0,96 R_1 R_2$	0,58 kN/m ²
Lr	0,58 kN/m²

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024
Determinacion L roof - Zona 2

Clasificación	Cubierta pesada
Separación	3 m
Longitud	15,5 m
Área tributaria	46,5 m ²
R1	0,69966
Pendiente	4 %
R2	1,008
$L_r = 0,96 R_1 \cdot R_2$	0,68 kN/m ²
Lr	0,68 kN/m²

Determinacion L roof - Zona 3

Clasificación	Cubierta pesada
Separación	3 m
Longitud	13,25 m
Área tributaria	39,75 m ²
R1	0,77229
Pendiente	4 %
R2	1,008
$L_r = 0,96 R_1 \cdot R_2$	0,75 kN/m ²
Lr	0,75 kN/m²

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 47 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

8.5. Combinaciones de carga para estados límites últimos

Las combinaciones de carga utilizadas para las verificaciones de los elementos en estados límites últimos, dadas por el CIRSOC, son las siguientes:

- $1,4 (D + F)$
- $1,2 (D + F + T) + 1,6 (L + H) + (f_1 L_r \text{ o } 0,5 S \text{ o } 0,5 R)$
- $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ o } S \text{ o } R) + (f_1 L \text{ o } 0,8 W)$
- $1,2 D + 1,5 W + f_1 L + (f_1 L_r \text{ o } 0,5 S \text{ o } 0,5 R)$
- $1,2 D + 1 E + f_1 (L + L_r) + f_2 S$
- $0,9 D + (1,5 W \text{ o } 1 E) + 1,6 H$

Se aclara que para la realización de este informe, en el análisis de la estructura de la cubierta de techo se ha despreciado el efecto del sismo dado a que el peso de la estructura de la cubierta es despreciable respecto al peso de la estructura existente y no genera grandes solicitaciones inerciales ante un sismo.

8.6. Combinaciones de carga para estados límites de servicio

Se utilizan las combinaciones para los estados límites de servicio dispuestos por el Capítulo B.2.3 Combinaciones de acciones para los estados últimos de servicio.

Se utilizan las combinaciones para ELS dispuestos por el *Capítulo B.2.3 Combinaciones de acciones para los estados últimos de servicio*.

- $(D + F) + (\Sigma L_i \text{ o } W \text{ o } T)$
- $(D + F) + 0,7 * [(\Sigma L_i + W) \text{ o } (W + T) \text{ o } (\Sigma L_i + T)]$
- $(D + F) + 0,6 \Sigma L_i + 0,6 W + 0,6 T$

Siendo $\Sigma L_i = [L + H + (L_r \text{ o } S \text{ o } R)]$.

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 48 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

9. Modelado estructural

Para el modelado se utiliza el software *SAP2000 “Structural Analysis Program”*.

9.1. Hipótesis de cálculo

Se considera, debido a la complejidad, representar los elementos de vigas reticuladas como un elemento *frame* y no cargar los cordones y diagonales de los mismos. Este proceso se realiza para todos los elementos que son reticulados.

9.2. Definición de geometría

Como primera instancia, debido a la falta de simetría de la estructura, se decidió crear la geometría con la ayuda del software AUTOCAD 3D, usando sus herramientas gráficas de modelado 3D. Una vez que se tenía la estructura realizada, se exportó a SAP la geometría como elementos *frame*.

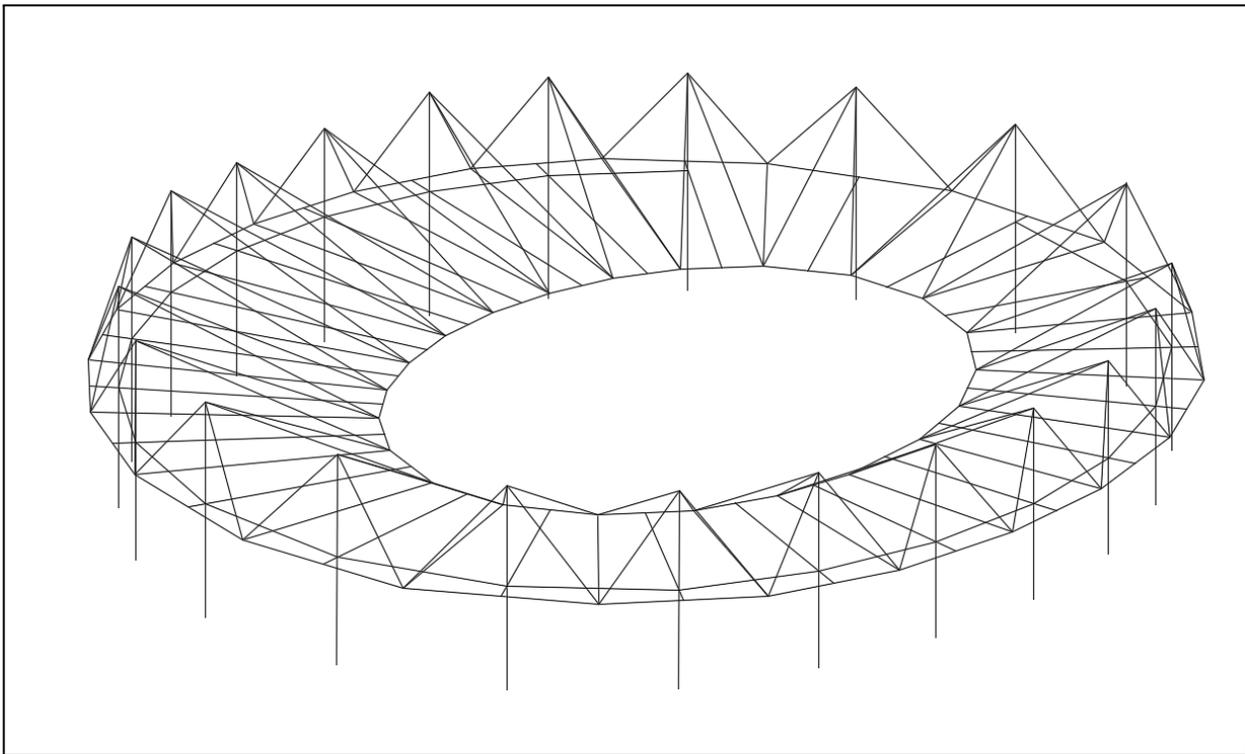


Figura 22. Elementos de barras definidos en AUTOCAD

Ya con estos puntos definidos se siguió trabajando en el modelo con las herramientas del software *SAP2000*, y las modificaciones que se realizaron a lo largo de la resolución de este diseño de la estructura

9.3 Definición de materiales

Se definen dos tipos de materiales el hormigón armado para los pilotes de fundación, el acero estructural para los elementos metálicos y el acero de alta resistencia para los cables

		INTEGRANTES	Página N° 49 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

9.3.1 Acero estructural F-24

Se define la tensión de fluencia y la tensión última de rotura del acero, además de su módulo de elasticidad.

General Data	
Material Name and Display Color	ACERO F24
Material Type	Steel
Material Grade	Grade 300 (11mm<t<=17mm)
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	76,9822
Mass per Unit Volume	7,85
	Units: KN, m, C
Isotropic Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	2,050E+08
Poisson, U	0,3
Coefficient Of Thermal Expansion, A	1,170E-05
Shear Modulus, G	78846154,
Other Properties For Steel Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	240000,
Minimum Tensile Stress, Fu	370000,
Expected Yield Stress, Fye	345000,
Expected Tensile Stress, Fue	506000,

9.3.2 Acero alta resistencia

En función de las características de los cables brindada por el fabricante, se determinan las características mecánicas del elemento y se cargan en el software.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”

**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618**

2024

General Data	
Material Name and Display Color	Acero Tensor
Material Type	Steel
Material Grade	Grade 300 (11mm<=t<=17mm)
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	76,9822
Mass per Unit Volume	7,85
Units: KN, m, C	
Isotropic Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	2,050E+08
Poisson, U	0,3
Coefficient Of Thermal Expansion, A	1,170E-05
Shear Modulus, G	78846154,
Other Properties For Steel Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	780000,
Minimum Tensile Stress, Fu	850000,
Expected Yield Stress, Fye	345000,
Expected Tensile Stress, Fue	506000,

9.3.3 Hormigón armado H-30

Se cargan las características mecánicas de este material, como su módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión.

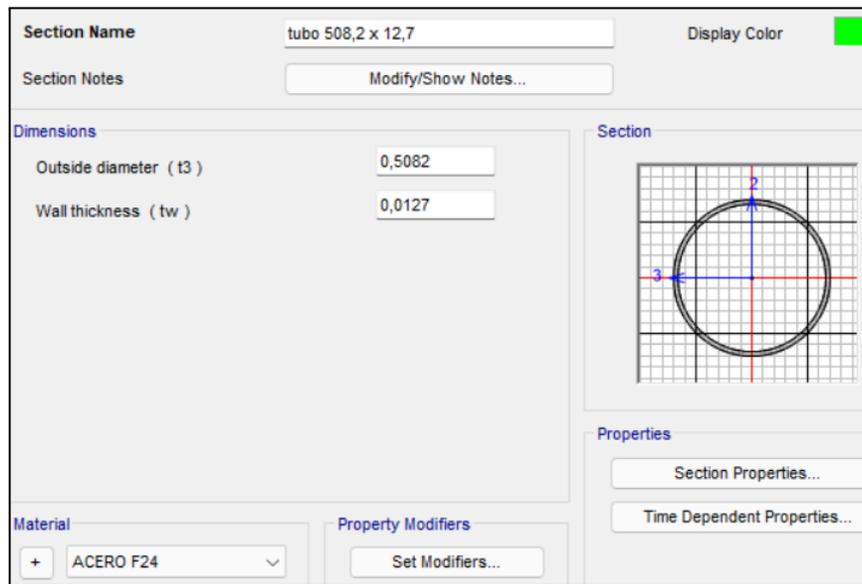
General Data	
Material Name and Display Color	H-30
Material Type	Concrete
Material Grade	f _c 4000 psi
Material Notes	<input type="button" value="Modify/Show Notes..."/>
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	24,
Mass per Unit Volume	2,4473
Units: KN, m, C	
Isotropic Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	25743000,
Poisson, U	0,2
Coefficient Of Thermal Expansion, A	9,900E-06
Shear Modulus, G	10726250,
Other Properties For Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f _c	27579,032
Expected Concrete Compressive Strength	27579,032

 	INTEGRANTES	Página N° 51 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”	PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

9.4. Definición de secciones

9.4.1. Tubos circulares

Para este caso se define el diámetro de los elementos y su espesor, además de asignar su material que es el acero F-24.



9.4.2. Estructuras reticuladas

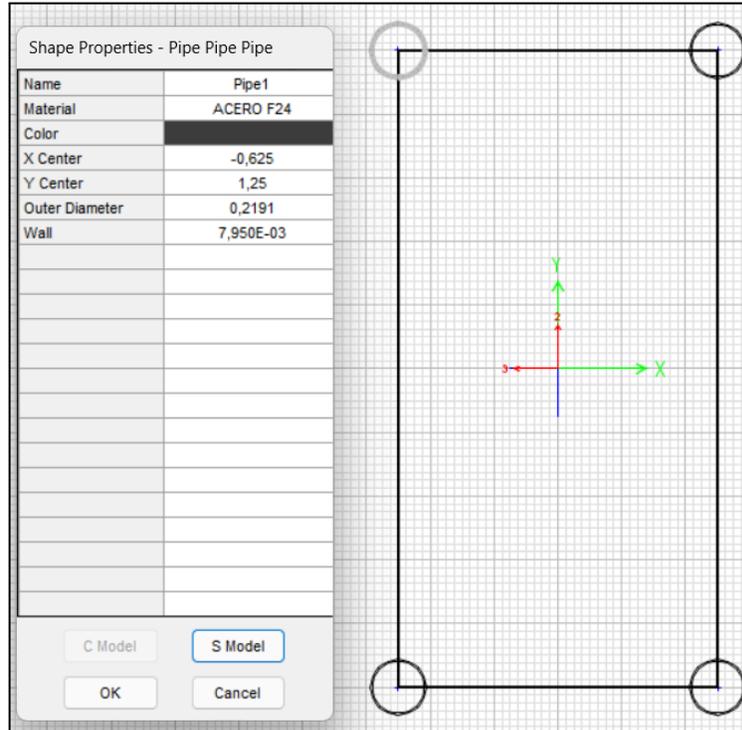
En estas estructuras se hace uso de la opción de una sección diseñada por el usuario sección designer, donde se coloca las coordenadas del centro de los tubos circulares correspondiente a cada uno de los elementos de los cordones y su diámetro y espesor como se muestra en la siguiente imagen. Este proceso se repite para cada estructura reticulada.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”

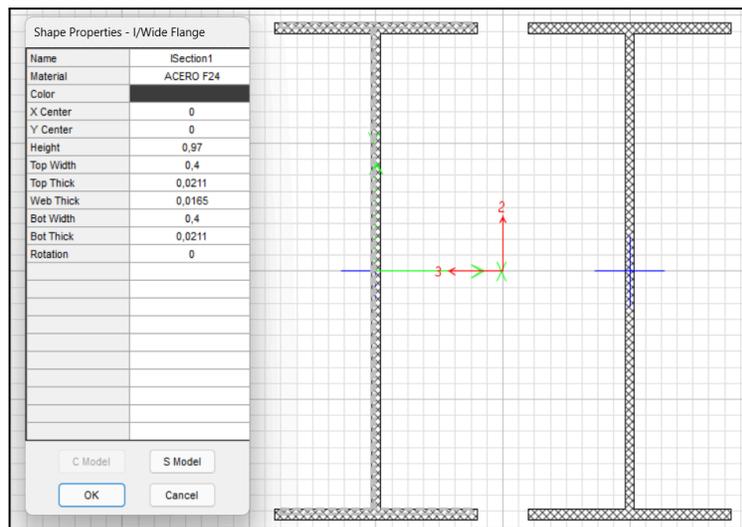
PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024



9.4.3. Vigas de vinculación de columnas

Para estos elementos se consideran dos perfiles W adyacentes, y para su definición también se utiliza el apartado de *sección designer*. En este caso se define el perfil W con sus datos geométricos determinados de la tabla de perfiles y las coordenadas de sus centros respectivamente.



DISEÑO ESTRUCTURALES

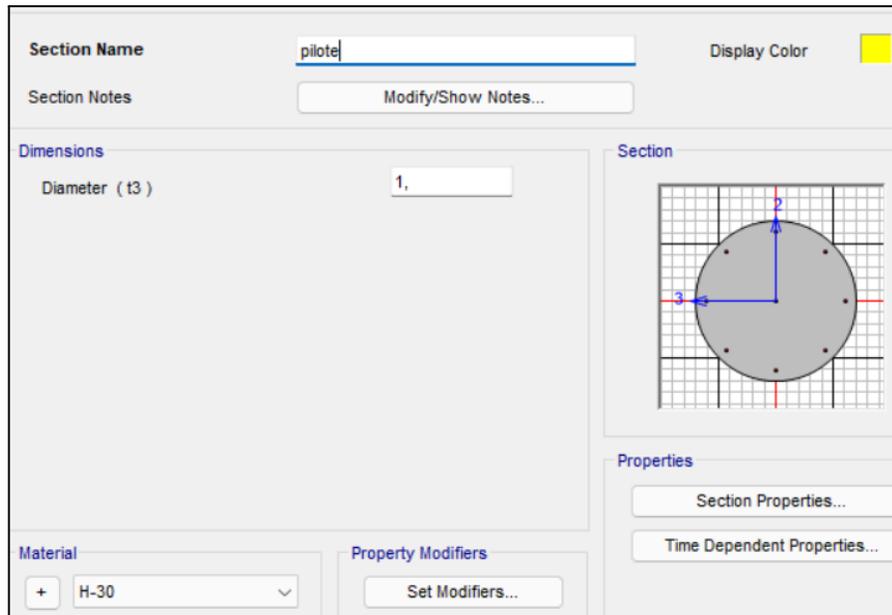
Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

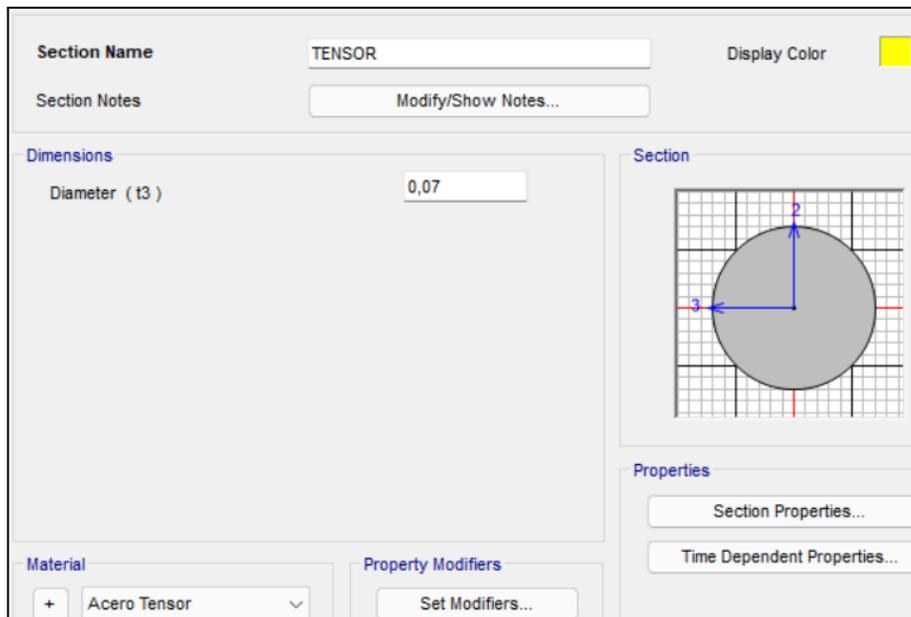
9.4.4. Pilotes

Se define el diámetro del pilote y su material que es hormigón armado.



9.4.5. Tensores

Se define el diámetro de los tensores y su material que en este caso es acero de acero de alta resistencia.



DISEÑO ESTRUCTURALES

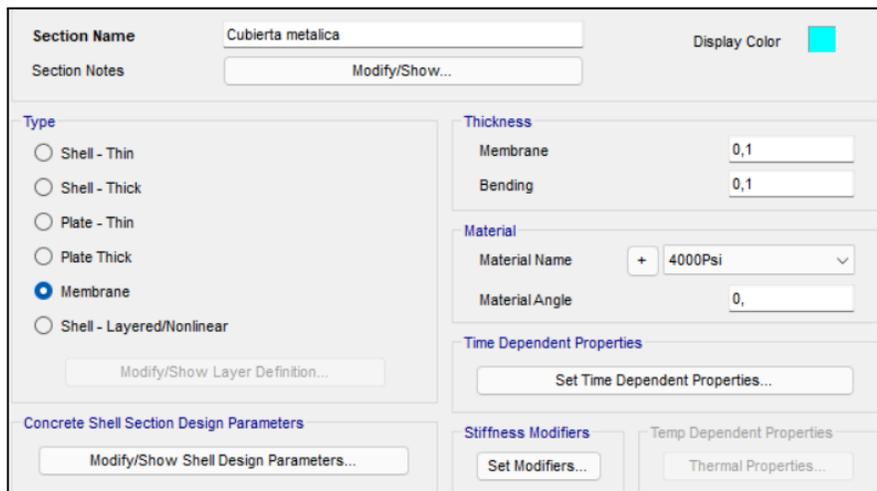
Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

9.4.6. Cubierta

Debido a que se modela la transferencia de cargas de un elemento de área a las correas, se utiliza el elemento *membrane* para este fin, ya que no considera sus propias deformaciones ni solicitaciones, pero si las transfiere a los elementos a los que está vinculada.



9.5. Condiciones de vínculo

9.5.1. Vínculos externos

En un principio se consideró que las columnas estaban articuladas en las fundaciones, pero tras un posterior análisis y diseño de la estructura, se consideró la interacción estructura-suelo mediante la ayuda de resortes para considerar la deformabilidad del suelo, y en este caso se consideró la columna con su extremo continuo al pilote.

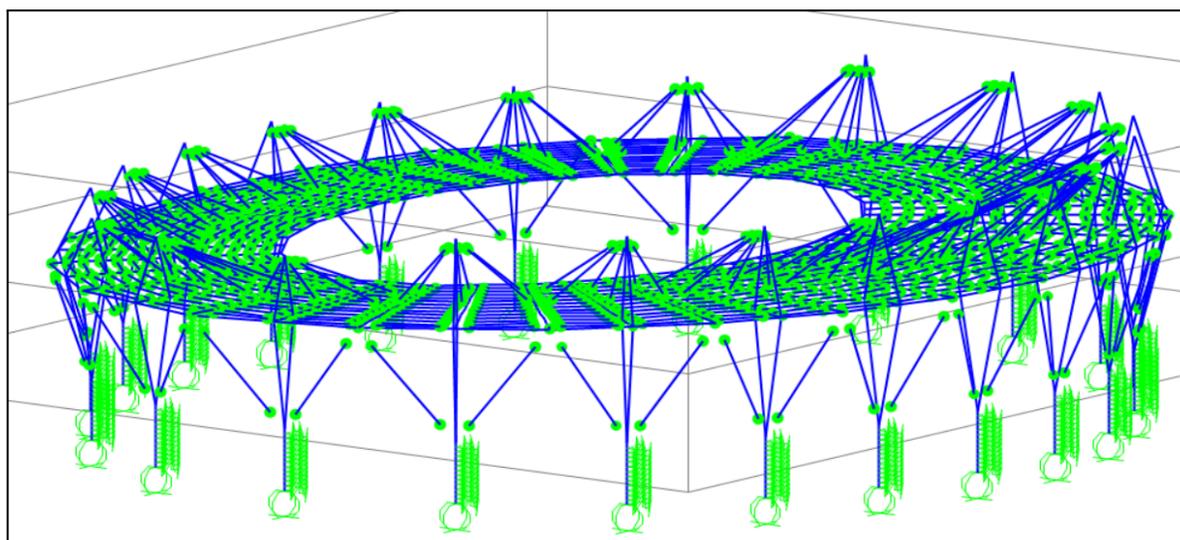


Figura 23. Vínculos externos en fundaciones

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 55 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELLEGRINI , Gabriel - 13762 SILVESTRE , Kevin - 13904 TOBARES , Isaías - 13618	2024

9.5.2. Vínculos internos

Para las columnas se las considera sus extremos continuos, al igual que la viga de vinculación entre las columnas.

Los anillos reticulados tanto el interno como el externo se considera con sus extremos continuos y las vigas reticuladas que apoyan en los anillos se considera articulada al anillo externo y con extremo continuo en el anillo interno.

Además se considera que las vigas que apoyan en la columna se encuentran sin articulación por lo que toman momento. Las riostras laterales, los tubos y tensores superiores de cubierta se consideran articulados.

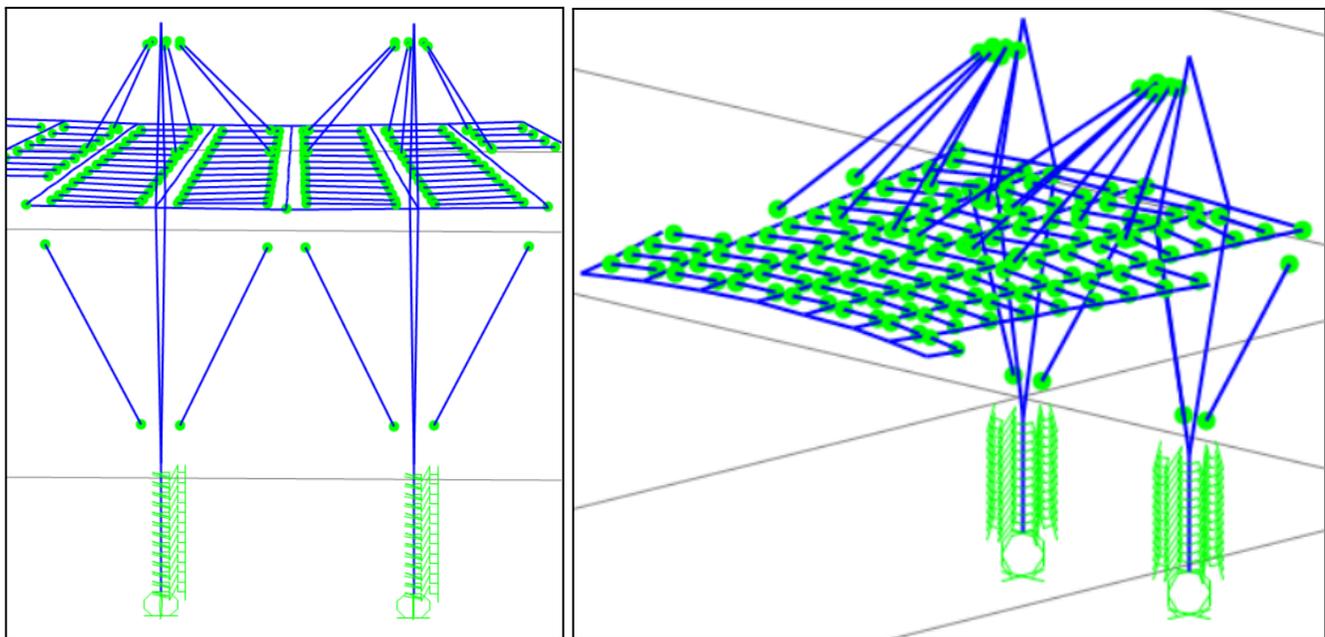


Figura 24. Vínculos internos, riostras y vigas articuladas a la columna.

9.6. Definición y asignación de cargas

9.6.1. Cargas aplicadas sobre la cubierta

Para las cargas de peso propio de cubierta, nieve y L_{roof} , se seleccionan todos los elementos de área y se selecciona una carga de área uniforme a las vigas. Es decir que se cargan las fuerzas por unidad de superficie en la cubierta como se muestra en la siguiente imagen:

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

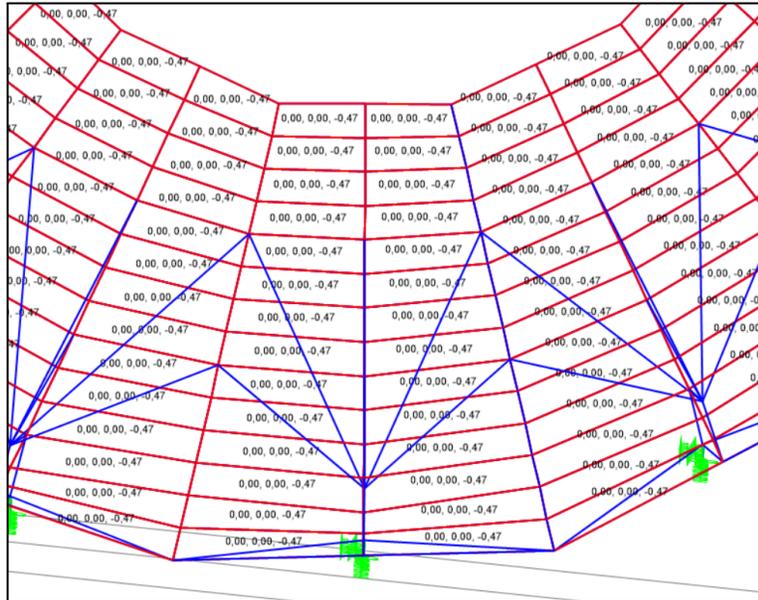


Figura 25. Asignación de carga por unidad de superficie

Y a continuación se muestra como es la transferencia de cargas del peso de la cubierta a las correas de techo que son las que reciben esta carga, como una fuerza por unidad de longitud uniformemente distribuida. con esto pudimos observar que la transferencia de cargas entre los elementos estaba funcionando bien.

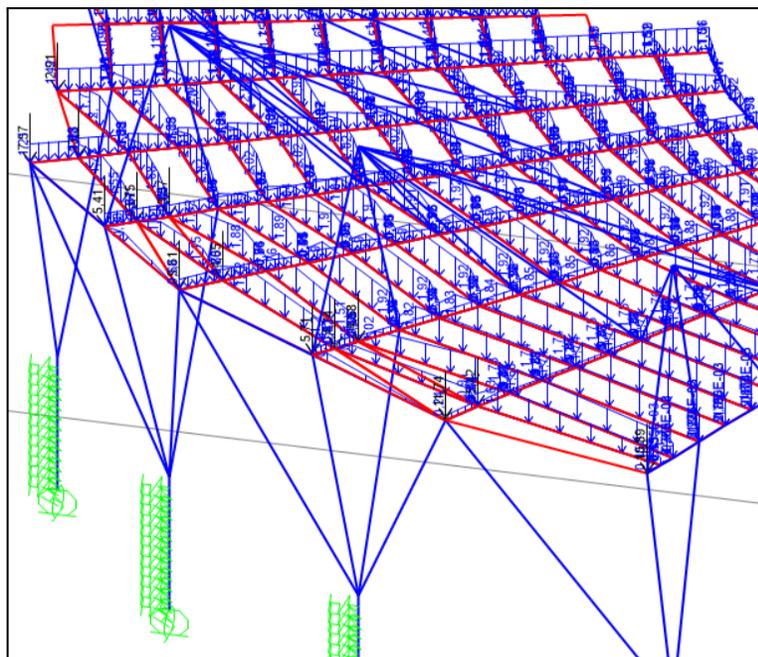


Figura 26. Transferencia de cargas de elementos de área a frame “correas”

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

9.6.2. Peso propios de los elementos

En este caso se cargan los pesos de los elementos por unidad de longitud y en dirección de la gravedad para cada uno de ellos, en función del peso calculado para las estructuras reticuladas y de los pesos según la tabla de perfiles para las demás estructuras, tales como los tubos circulares.

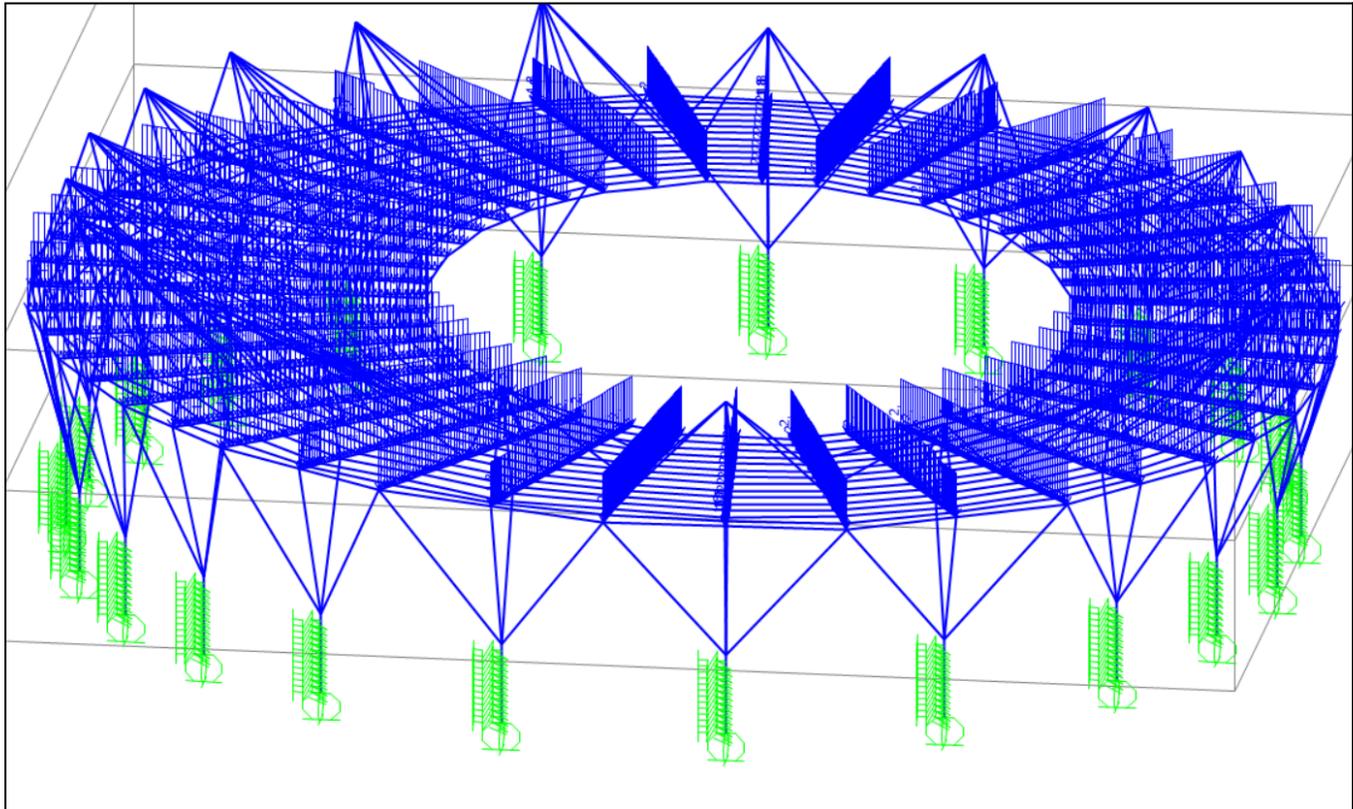


Figura 27. Cargas de peso propio sobre las vigas reticuladas

9.6.3. Combinación de cargas

En función de las combinaciones de cargas dadas por los reglamentos previamente definidos, se definen las combinaciones de carga tanto para los estados límites de servicio y estados límites últimos.

9.7. Obtención de resultados

Para la obtención de los resultados, es decir, los esfuerzos últimos, se exportan las tablas de esfuerzos para los elementos seleccionados, en donde por medio de los grupos que deja realizar el programa, se selección un conjunto de elementos estructurales y con estas tablas se determinan sus sollicitaciones últimas máximas para cada elemento, es decir se toman los máximos valores de esfuerzo axial, (compresion y traccion), momento flector (M2-2 y M3-3) y los esfuerzos de corte (V2 y V3).

Este procedimiento se aplica para todos los elementos estructurales y en la siguiente imagen se observa un ejemplo de una tabla exportada por el software.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

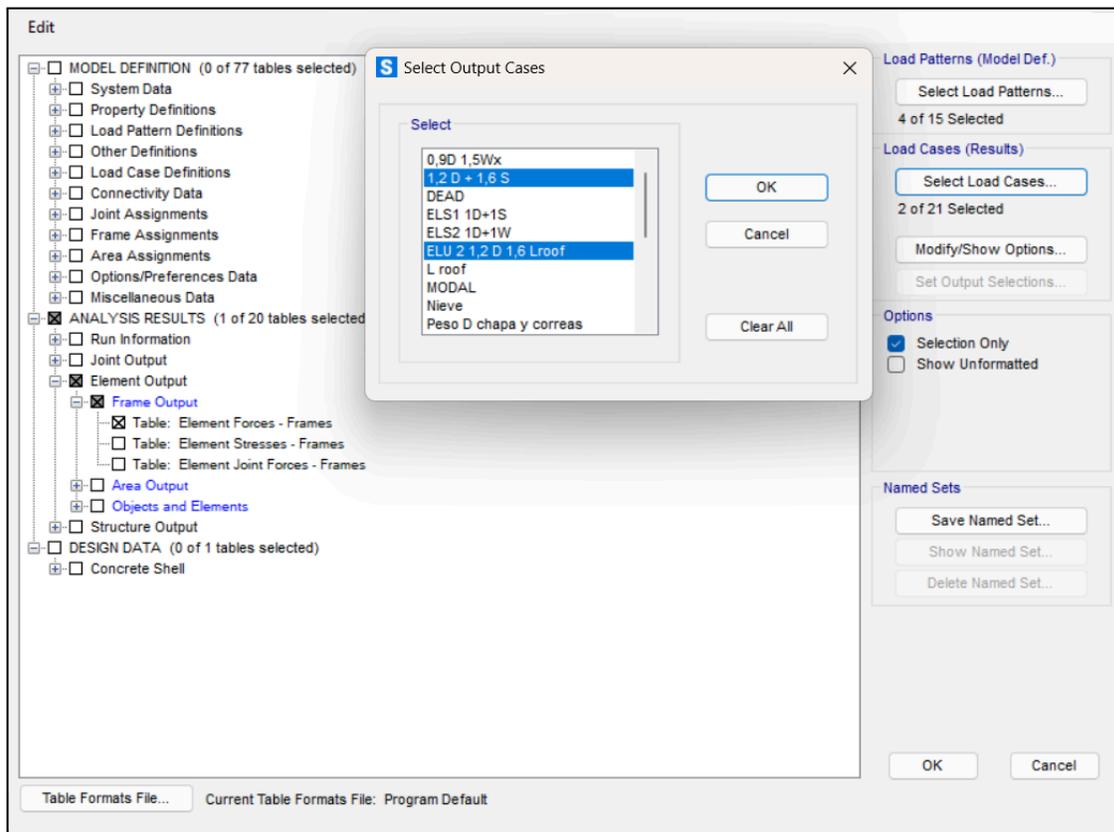


Figura 28. Selección de tablas de esfuerzos para ELU

Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem Text
280	27,21767	ELU 2 1,2 D ...	Combination	3268,593	-43,632	0,081	-1,2077	1,2144	1407,5811	280-1
281	27,08863	ELU 2 1,2 D ...	Combination	3235,972	-43,699	1,791	9,2464	-63,4174	1402,8624	281-1
307	0	ELU 2 1,2 D ...	Combination	-6710,271	56,869	0,592	0,2921	2,67539999...	1398,4234	307-1
309	0	ELU 2 1,2 D ...	Combination	-6674,352	56,054	-0,714	-4,0127	44,512	1385,7228	309-1
270	27,24415	ELU 2 1,2 D ...	Combination	3171,924	-42,02	-2,133	-10,9903	69,1908	1376,4851	270-1
176	0	ELU 2 1,2 D ...	Combination	-6595,381	56,391	1,864	4,1712	-38,5203	1375,8703	176-1
282	26,78894	ELU 2 1,2 D ...	Combination	3100,5	-41,157	3,716	20,6019	-129,8628	1341,7085	282-1
311	0	ELU 2 1,2 D ...	Combination	-6454,018	53,915	-2,049	-7,4479	87,6727	1329,4469	311-1
345	0	ELU 2 1,2 D ...	Combination	-6351,402	55,394	2,568	6,9346	-78,0176	1329,3941	345-1
267	27,17272	ELU 2 1,2 D ...	Combination	2984,507	-38,57	-3,68	-21,0057	123,5968	1311,6228	267-1
283	26,29629	ELU 2 1,2 D ...	Combination	3042,771	-38,77	4,645	19,9774	-158,1651	1272,166	283-1
266	26,7781	ELU 2 1,2 D ...	Combination	2918,879	-35,997	-3,992	-20,9455	154,1962	1237,3439	266-1
313	0	ELU 2 1,2 D ...	Combination	-6364,468	48,248	1,892	-10,3833	139,5078	1235,7093	313-1
347	0	ELU 2 1,2 D ...	Combination	-6229,214	49,968	-1,944	11,4704	-142,1326	1233,14	347-1
284	25,43399	ELU 2 1,2 D ...	Combination	3272,932	-34,667	7,943	17,7108	-223,7917	1166,5662	284-1

Figura 29. Tablas de esfuerzos para un elemento estructural

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

9.7.1. Diagrama de momentos característico

- Cargas gravitatorias

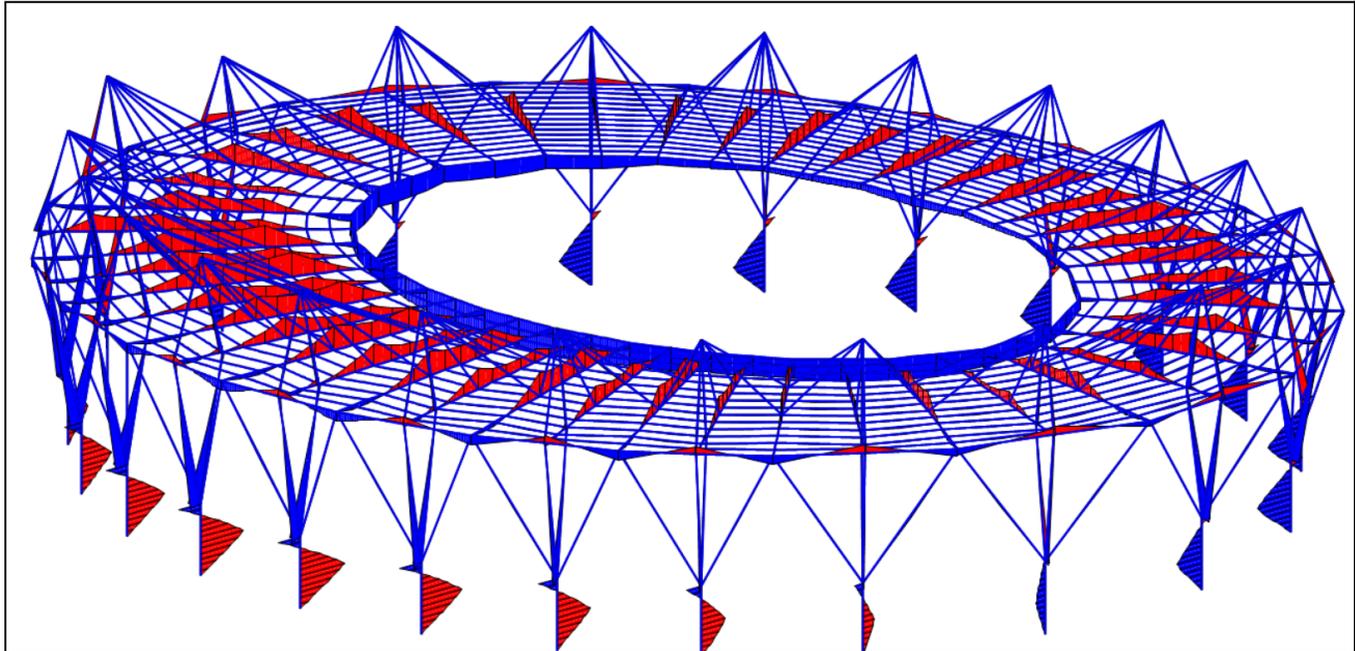


Figura 30. Diagramas de momento debido a cargas gravitatorias



Figura 31. Diagramas de momento debido a cargas gravitatorias para una línea estructural

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

- Cargas de succión

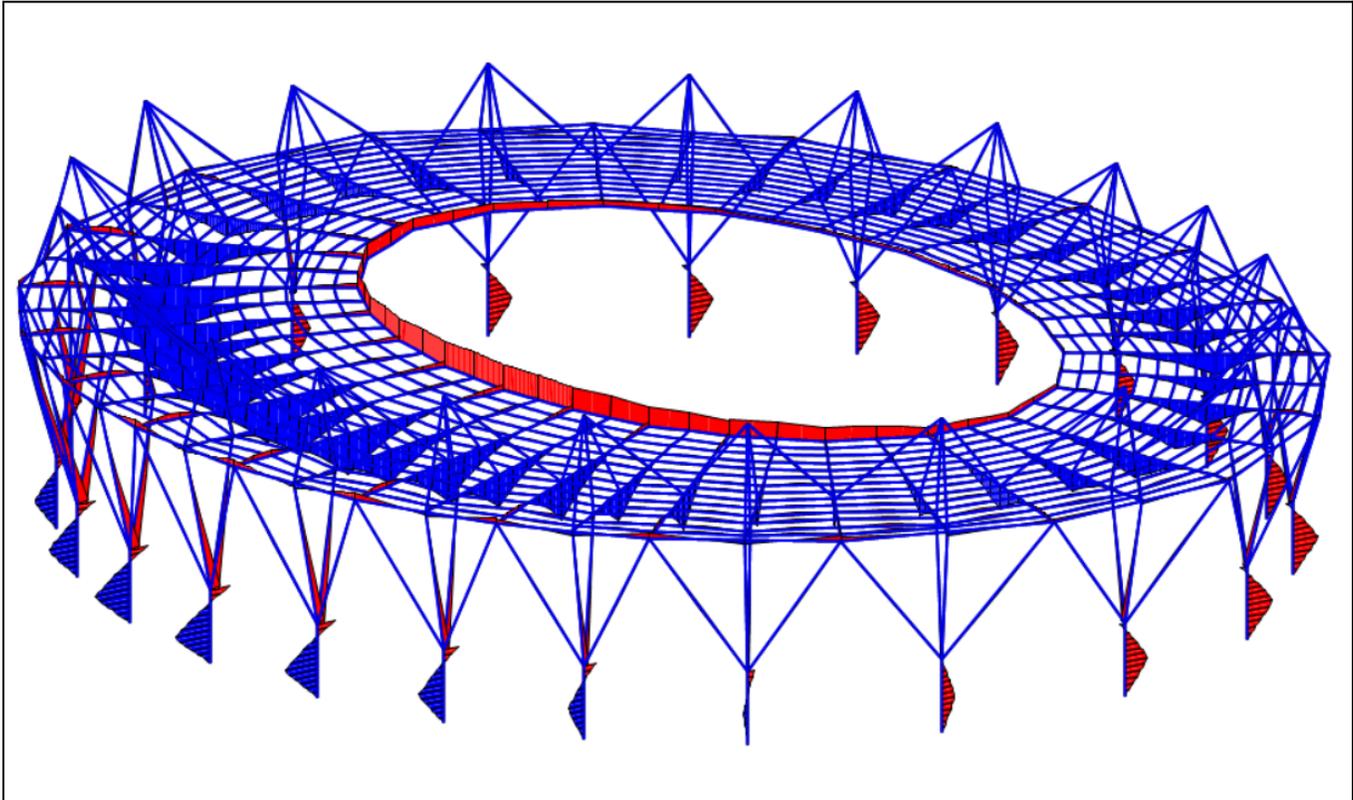


Figura 32. Diagramas de momento debido a cargas de succión

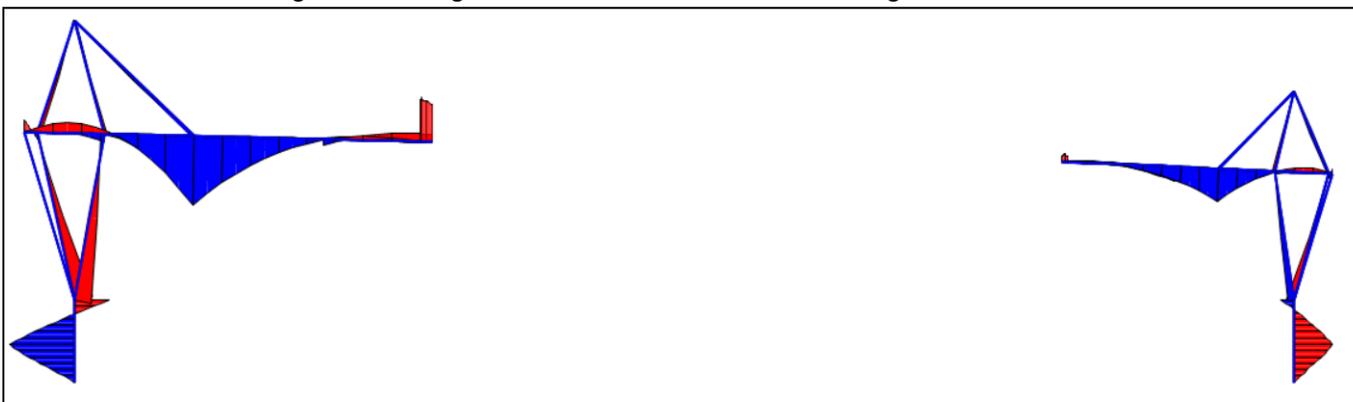


Figura 33. Diagramas de momento debido a cargas de succión para una línea estructural

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

9.7.2. Axial característico

- Cargas gravitatorias

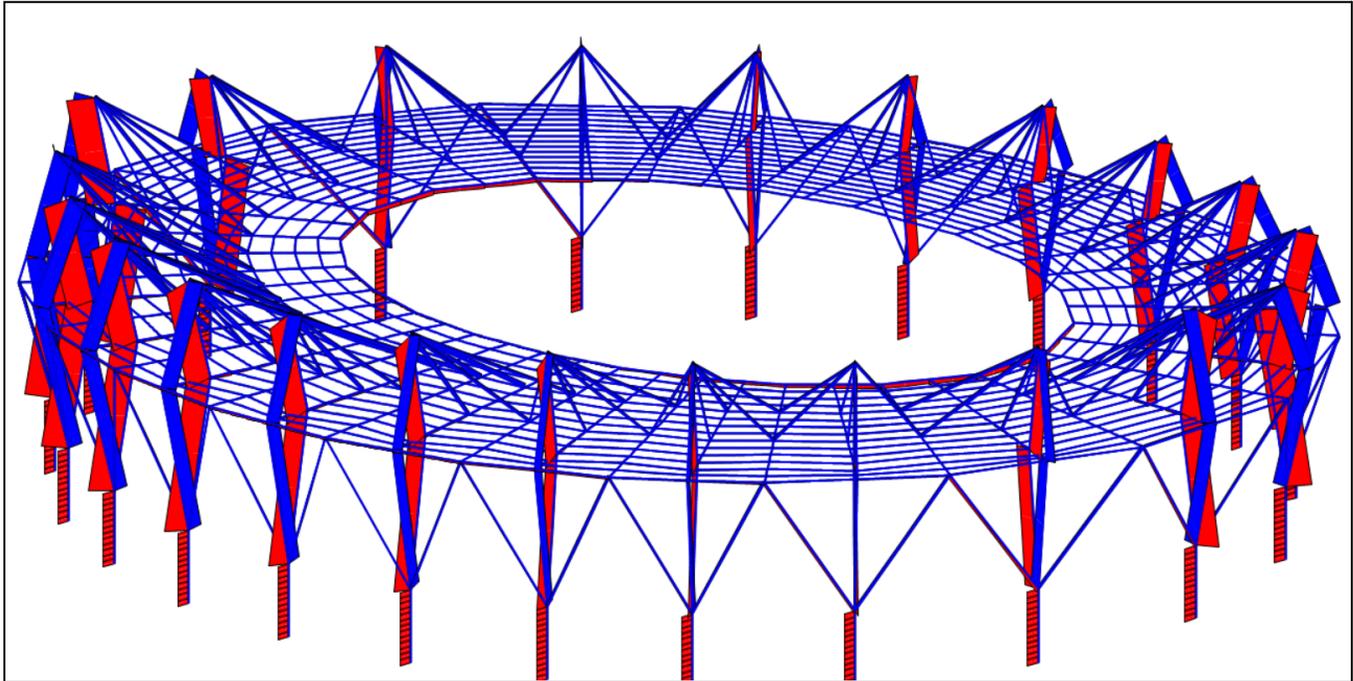


Figura 34. Esfuerzo axial debido a cargas gravitatorias

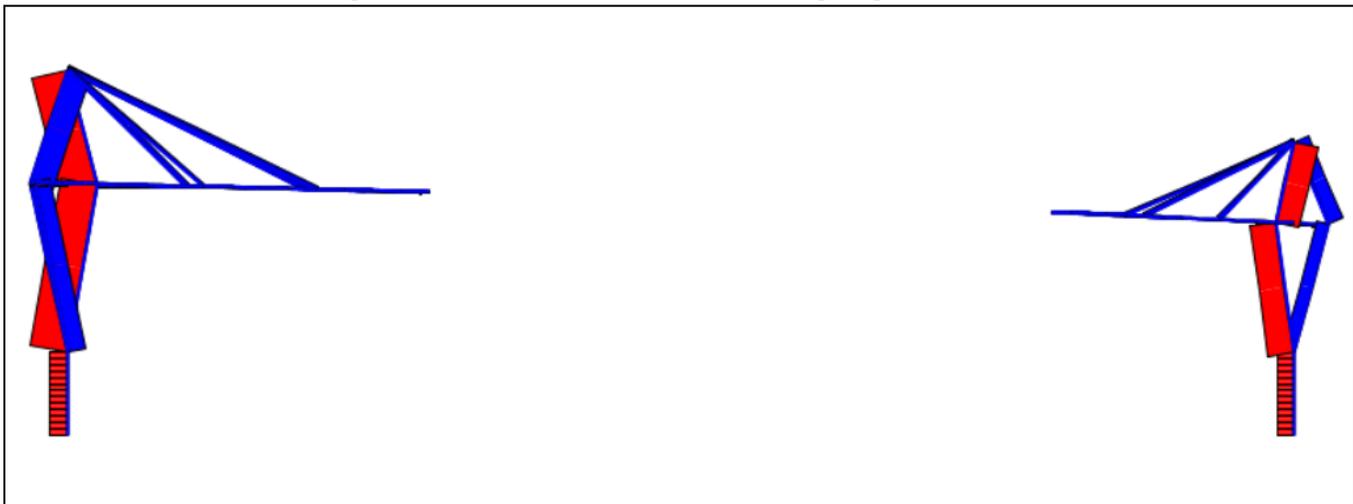


Figura 35. Esfuerzo axial debido a cargas gravitatoria para una línea estructural

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

- Cargas de succión

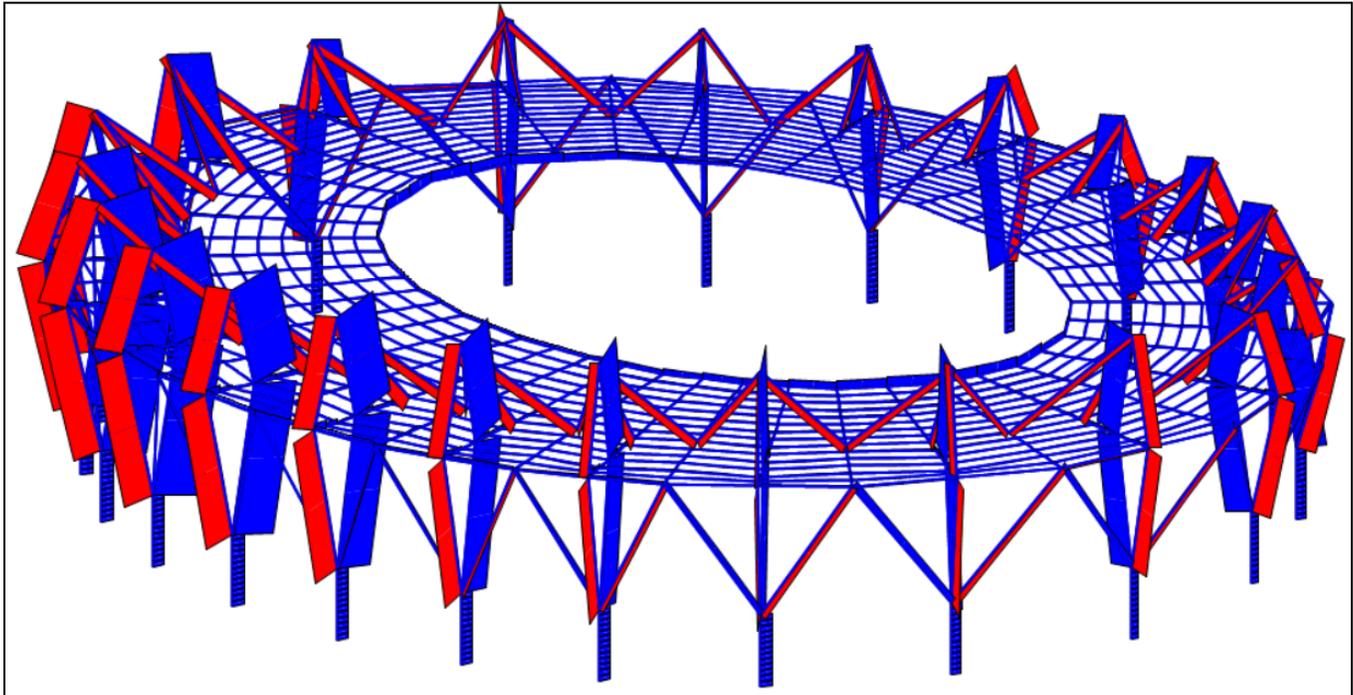


Figura 36. Esfuerzo axial debido a cargas de succión

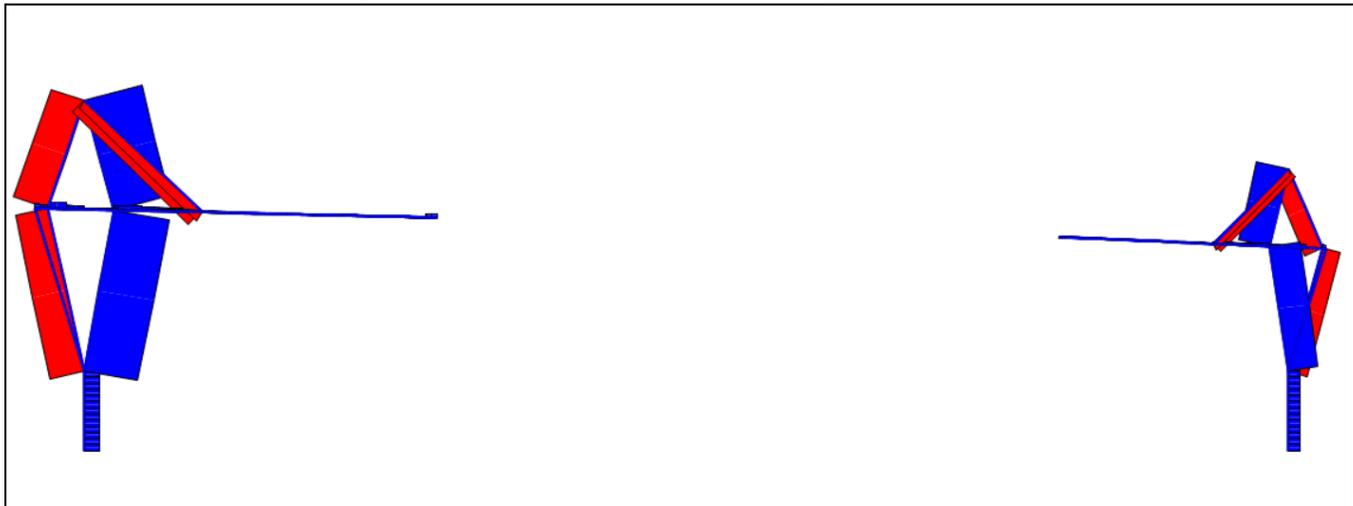


Figura 37. Esfuerzo axial debido a cargas de succión para una lineal estructural

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

9.7.2. Diagrama de corte característico

- Cargas gravitatorias

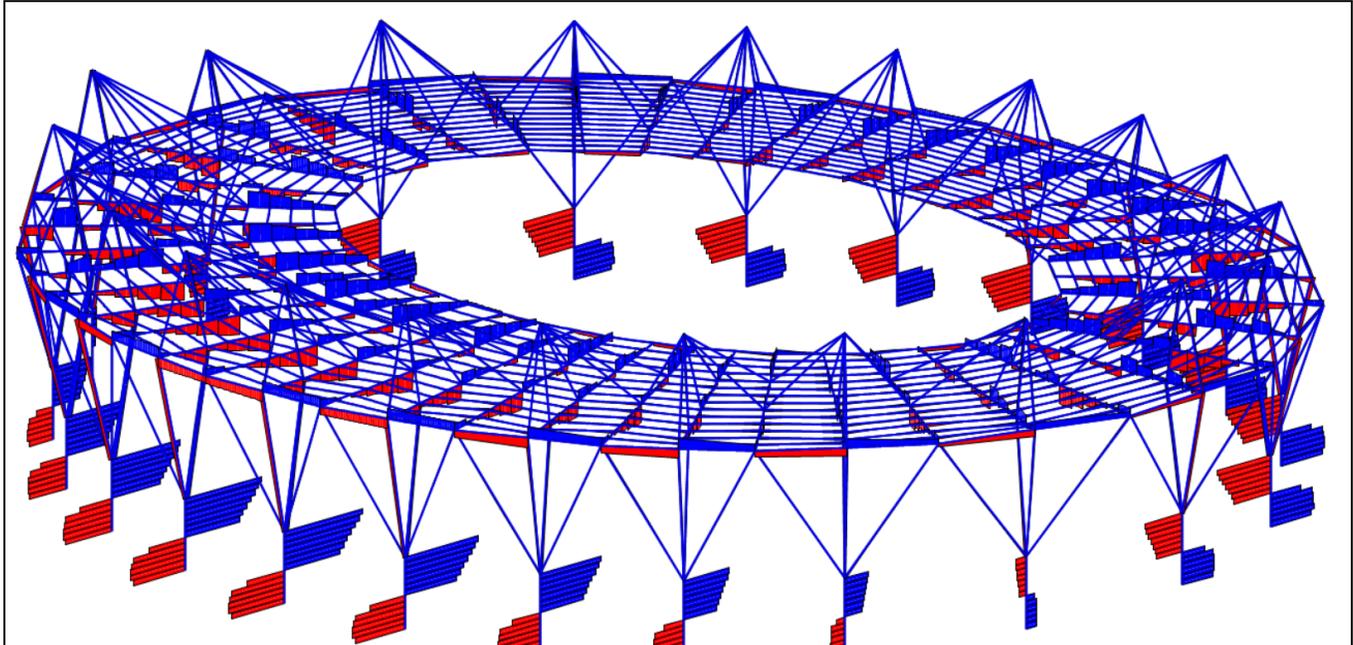


Figura 38. Esfuerzo de corte debido a cargas gravitatoria

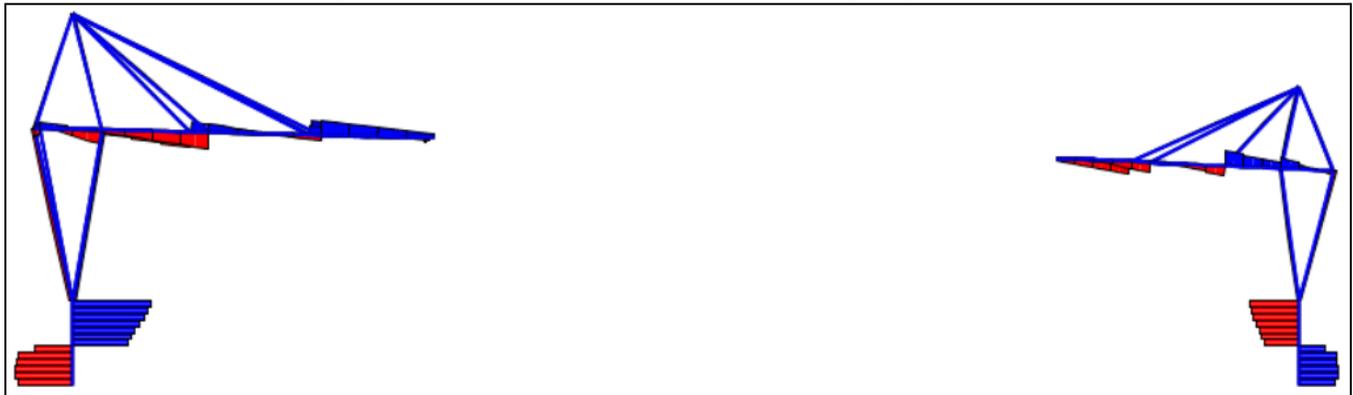


Figura 39. Esfuerzo de corte debido a cargas gravitatorias sobre línea estructural

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

- Cargas de succión

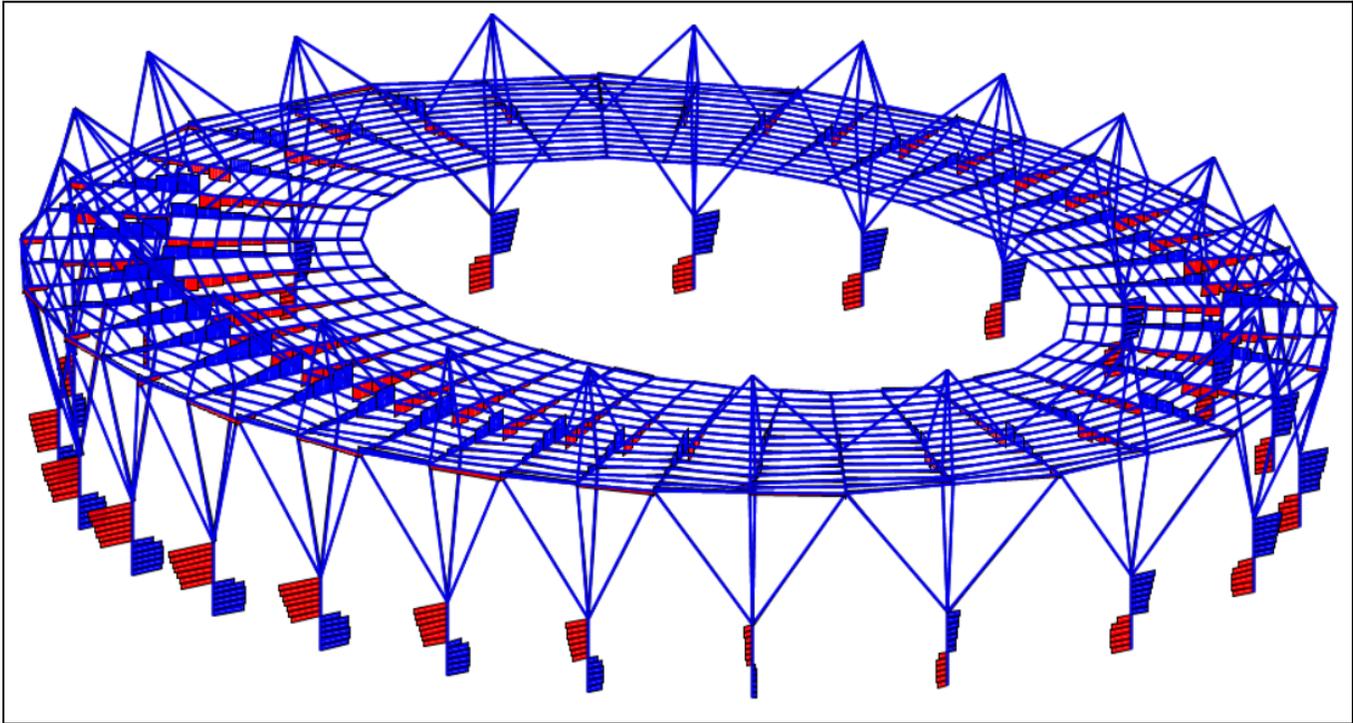


Figura 40. Esfuerzo de corte debido a cargas de succión



Figura 41. Esfuerzo de corte debido a cargas de succión

		INTEGRANTES	Página N° 65 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI , Gabriel - 13762 SILVESTRE , Kevin - 13904 TOBARES , Isaías - 13618	2024

10. Calculo estructural

10.1. Correas de techo

10.1.2 Verificación para estados límites últimos

Los estados límites últimos que deben verificarse a flexión son:

- Plastificación
- Pandeo lateral torsional
- Pandeo local del ala y del alma
- Fluencia del alma por corte
- Pandeo local del alma por corte

A continuación se verifican estos estados límites últimos para las correas de cada una de las distintas zonas.

Correas zona 1

Para las correas de la zona 1 se utilizan perfiles doble T serie W 18 x 77.

Propiedades del perfil		
Dimensiones	d [mm]	420
	bf [mm]	261
	tf [mm]	19,3
	hw* [mm]	346
	tw [mm]	11,6
	r * [mm]	22,2
Relaciones	bf = 2tf	6,77
	hw = tw	29,9
Área	Ag [cm2]	145,8
Peso	Peso [Kg/m]	114,6
Propiedades geométricas X-X	Ix [cm4]	46202
	Sx [cm3]	2196
	rx [cm]	17,78
	Qx [cm3]	1229
	Zx [cm3]	2458
Propiedades geométricas Y-Y	Iy [cm4]	5744
	Sy [cm3]	441

		INTEGRANTES	Página N° 66 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES		PELEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"			

	ry [cm]	6,27
	Qy [cm3]	337
	1,5,Sy [cm3]	661
	Zy [cm3]	674
J [cm4]		149
CW [cm6]		2306723
X1 [MPa]		18478
X2 [MPa-2]		58,7

Se clasifica la sección cómo compacta o no, según lo especificado en Capítulo B CIRSOC 301.

ALA: elemento no rigidizado	
b	130,5 mm
tf	19,3 mm
b/tf	6,76
λ_p	10,97
λ_r	Se verifica $b/t < \lambda_p$. No es necesario calcular λ_r
ALMA: elemento rigidizado	
hw/tw	29,9
λ_p	108,54
λ_r	Se verifica $hw/tw < \lambda_p$. No es necesario calcular λ_r
Clasificación	Sección compacta

A continuación se verifica el estado último de plastificación de la sección según el Capítulo F de CIRSOC 301.

ESTADO LÍMITE DE PLASTIFICACIÓN	
$M_n = M_p = F_y Z_x (10^{-3}) \leq 1,5 M_y$	
Datos	
Fy	240 Mpa
Zx	2458 Mpa

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618
2024

Sx	2196 Mpa
Cálculos	
$M_p = F_y Z_x (10^{-3})$	589,92 kNm
$F_{yf} S_x (10^{-3})$	527,04 kNm
Verifica que $M_p \leq 1,5 \cdot M_y$	
Mu	278,31 kNm
Mn	589,92 kNm
Md	530,928 kNm
Verifica el estado de plastificación	

Luego se verifica el pandeo lateral torsional; se considera $L_b = L/2$, es decir la mitad de la luz de la correa, que es la longitud para la cual se conectan elementos unidos a los viga de cubierta que no los deja desplazarse ni girar, además se colocan tornapuntas con el fin de ajustar esta distancia a $9,75 m$ para succión y compresión.

En este caso se calcula el coeficiente C_b que para carga uniformemente distribuida su valor es de 1,14 y se considera el caso C donde en el que $L_b > L_r$, con lo cual se determina la resistencia nominal como sigue en la siguiente tabla:

ESTADO LÍMITE DE PANDEO LATERAL-TORSIONAL PL			
$M_n = M_{cr} \leq M_p$			
Datos extraídos de las Tablas de perfiles del CIRSOC 301			
Lp	290 cm		
Lr	894 cm		
Lb	975 cm		
X1	18478 MPa		
X2	0,0000587 MPa ⁻²		
Cálculos			
$C_b = \frac{12,5 M_{máx}}{2,5 M_{máx} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C}$	Mmax [kNm]	1,7266	1,14
	Ma [kNm]	1,37	
	Mb [kNm]	1,7266	

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

	Mc [kNm]	1,37
Caso	Caso C - Lb > Lr	
Caso a		
$M_n = M_p$	589,92 kNm	
Caso b		
$F_l = (F_{yf} - F_r) \text{ o } F_{yw}$	171,00 Mpa	
$M_r = F_L S_x (10^{-3})$	375,52 kNm	
$M_o = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$	395,31 kNm	
Caso c		
$M_{cr} = \frac{(10^{-3}) 1,28 C_b S_x X_1}{L_b / r_y}$	380,77 kNm	
Verifica que $M_{cr} \leq M_p$		
Mu	278,31 kNm	
Mn	380,77 kNm	
Md	342,69 kNm	
Verifica a pandeo lateral torsional		

Para los estados límites de pandeo local del alma y pandeo local del ala comprimida basta con verificar si la sección es o no compacta en base a lo siguiente:

ESTADO LÍMITE PANDEO LOCAL DEL ALA, PLF.			
SE VERIFICA QUE $b/t < \lambda_p$ (en este caso no es necesario calcular λ_r)			
λ_p	$0,28 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	10,97	Verifica que $\lambda_p > b/t$ - Sección compacta
b/t	6,76		
ESTADO LÍMITE PANDEO LOCAL DEL ALMA, PLW			

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

SE VERIFICA QUE $h/t_w < \lambda_p$ (en este caso no es necesario calcular λ_r)

λ_p	\sqrt{E}	108,54	Verifica que $\lambda_p > b/t$ - Sección compacta
h/t_w	29,9		

En el estado límite de fluencia por corte y pandeo del alma por corte. Se considera lo especificado por *Capítulo G de CIRSOC 301*. En primer lugar se calcula la resistencia requerida, en función a las combinación de cargas.

Corte Requerido [kN]	Apoyo
	57,09

El término K_v , coeficiente de abolladura del alma, se considera igual a 5 para almas sin rigidizadores transversales y $h/t_w \leq 260$, resumiendo los cálculo en la siguiente tabla.

RESISTENCIA NOMINAL AL CORTE - YWV - PWV			
A_w		48,720 cm ²	
$V_n = 0,6 F_{yw} A_w C_v (10)^{-1}$		701,568 kN	
Cv	h/t_w	29,9	1
	$\sqrt{k_v E / F_{yw}}$	64,55	
	k_v	5	
Vu		57,09 kN	
Vn		631,41 kN	
Vd		568,27 kN	
Verifica al corte			

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 70 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

Correas zona 2

Para las correas de la zona número 2 se utilizan perfiles doble T serie W 16 x 57.

Propiedades del perfil		
Dimensiones	d [mm]	417
	bf [mm]	181
	tf [mm]	18,2
	hw* [mm]	346
	tw [mm]	10,9
	r * [mm]	22,2
Relaciones	bf = 2tf	4,98
	hw = tw	31,7
Área	Ag [cm ²]	108,4
Peso	Peso [Kg/m]	84,8
Propiedades geométricas X-X	Ix [cm ⁴]	31550
	Sx [cm ³]	1511
	rx [cm]	17,07
	Qx [cm ³]	860
	Zx [cm ³]	1721
Propiedades geométricas Y-Y	Iy [cm ⁴]	1794
	Sy [cm ³]	198
	ry [cm]	4,06
	Qy [cm ³]	155
	1,5,Sy [cm ³]	297
	Zy [cm ³]	310
J [cm ⁴]		92,4
CW [cm ⁶]		714305
X1 [MPa]		18271
X2 [MPa-2]		71,5

Se clasifica la sección como compacta o no, según lo especificado en Capítulo B CIRSOC 301.

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

ALA: elemento no rigidizado	
b	90,5 mm
tf	18,2 mm
b/tf	4,97
λ_p	10,97
λ_r	Se verifica $b/t < \lambda_p$. No es necesario calcular λ_r
ALMA: elemento rigidizado	
hw/tw	31,7
λ_p	108,54
λ_r	Se verifica $hw/tw < \lambda_p$. No es necesario calcular λ_r
Clasificación	Sección compacta

A continuación se verifica el estado último de plastificación según el Capítulo F de CIRSOC 301:

ESTADO LÍMITE DE PLASTIFICACIÓN		
$M_n = M_p = F_y Z_x (10^{-3}) \leq 1,5 M_y$		
Datos		
Fy		240 Mpa
Zx		1721 Mpa
Sx		1511 Mpa
Cálculos		
Mp	$M_p = F_y Z_x (10^{-3})$	413,04 kNm
My	$F_{yt} S_x (10^{-3})$	362,64 kNm
Verifica que $M_p \leq 1,5 \cdot M_y$		
Mu		183,90 kNm
Mn		413,04 kNm
Md		371,736 kNm
Verifica el estado de plastificación		

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

Luego se verifica el pandeo lateral torsional; se considera $L_b = L/2$, es decir la mitad de la luz de la correa, que es la longitud para la cual se conectan elementos unidos a los viga de cubierta que no los deja desplazarse ni girar, además se colocan tornapuntas con el fin de ajustar esta distancia a $7,75 m$ para succión y compresión.

En este caso se calcula el coeficiente C_b que para carga uniformemente distribuida su valor es de 1,14 y se considera el caso C donde en el que $L_b > L_r$, con lo cual se determina la resistencia nominal como sigue en la siguiente tabla:

ESTADO LÍMITE DE PANDEO LATERAL - TORSIONAL, PLT			
$M_n = M_{cr} \leq M_p$			
Datos extraídos de las Tablas de perfiles del CIRSOC 301			
Lp	188 cm		
Lr	573 cm		
Lb	775 cm		
X1	18271 MPa		
X2	0,0000715 MPa ⁻²		
Cálculos			
$C_b = \frac{12,5 M_{máx}}{2,5 M_{máx} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$	Mmax [kNm]	1,7266	1,14
	Ma [kNm]	1,37	
	Mb [kNm]	1,7266	
	Mc [kNm]	1,37	
Caso	Caso C - $L_b > L_r$		
Caso a			
$M_n = M_p$	413,04 kNm		
Caso b			
$F_l = (F_yf - F_r) \text{ o } F_yw$	171,00 Mpa		
$M_r = F_L S_x (10^{-3})$	258,38 kNm		

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

$M_p = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$	202,05 kNm
Caso c	
$M_{cr} = \frac{(10^{-3}) 1,28 C_b S_x X_1}{L_b / r_y}$	211,04 kNm
Verifica que $M_{cr} \leq M_p$	
Mu	183,90 kNm
Mn	211,04 kNm
Md	189,94 kNm
Verifica a pandeo lateral torsional	

Para los estados límites de pandeo local del alma y pandeo local del ala comprimida basta con verificar si la sección es o no compacta en base a lo siguiente:

ESTADO LÍMITE PANDEO LOCAL DEL ALA, PLF			
SE VERIFICA QUE $b/t < \lambda_p$ (en este caso no es necesario calcular λ_r)			
λ_p	$0,28 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	10,97	Verifica que $\lambda_p > b/t$ - Sección compacta
b/t	4,97		
ESTADO LÍMITE PANDEO LOCAL DEL ALMA, PLW			
SE VERIFICA QUE $h/t_w < \lambda_p$ (en este caso no es necesario calcular λ_r)			
λ_p	$0,28 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	108,54	Verifica que $\lambda_p > h/t_w$ - Sección compacta
hw/tw	31,7		
Como se verifica que la sección es compacta no hay que considerar el pandeo local			

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618
2024

En el estado límite de fluencia por corte y pandeo del alma por corte. Se considera lo especificado por *Capítulo G de CIRSOC 301*. En primer lugar se calcula la resistencia requerida, en función a las combinación de cargas.

Corte Requerido [kN]	Apoyo
	47,46

El término K_v , coeficiente de abolladura del alma, se considera igual a 5 para almas sin rigidizadores transversales y $h_w/t_w \leq 260$, resumiendo los cálculo en la siguiente tabla.

RESISTENCIA NOMINAL AL CORTE - YWV - PWV			
A_w		45,453 cm ²	
$V_n = 0,6 F_{yw} A_w C_v (10)^{-1}$		654,5232 kN	
C_v	h_w/t_w	31,7	1
	$\sqrt{k_v E / F_{yw}}$	64,55	
	k_v	5	
V_u		47,46 kN	
V_n		589,07 kN	
V_d		530,16 kN	
Verifica			

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 75 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u>		PELLEGRINI, Gabriel - 13762	2024
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	

Correas zona 3

Para las correas de la zona número 2 se utilizan perfiles doble T serie W 14 x 38.

Propiedades del perfil		
Dimensiones	d [mm]	358
	bf [mm]	172
	tf [mm]	13,1
	hw* [mm]	305
	tw [mm]	7,87
	r * [mm]	15,9
Relaciones	bf = 2tf	6,57
	hw = tw	38,7
Área	Ag [cm ²]	72,26
Peso	Peso [Kg/m]	56,6
Propiedades geométricas X-X	Ix [cm ⁴]	16025
	Sx [cm ³]	895
	rx [cm]	14,91
	Qx [cm ³]	504
	Zx [cm ³]	1008
Propiedades geométricas Y-Y	Iy [cm ⁴]	1111
	Sy [cm ³]	129
	ry [cm]	3,94
	Qy [cm ³]	99,1
	1,5,Sy [cm ³]	193,7
	Zy [cm ³]	198
J [cm ⁴]		33,3
CW [cm ⁶]		330299
X1 [MPa]		15100
X2 [MPa-2]		144

Se clasifica la sección como compacta o no, según lo especificado en Capítulo B CIRSOC 301.

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618
2024

ALA: elemento no rigidizado	
b	86 mm
tf	13,1 mm
b/tf	6,56
λ_p	10,97
λ_r	Se verifica $b/t < \lambda_p$. No es necesario calcular λ_r
ALMA: elemento rigidizado	
hw/tw	38,7
λ_p	108,54
λ_r	Se verifica $hw/tw < \lambda_p$. No es necesario calcular λ_r
Clasificación	Sección compacta

A continuación se verifica el estado último de plastificación según el Capítulo F de CIRSOC 301:

ESTADO LÍMITE DE PLASTIFICACIÓN		
$M_n = M_p = F_y Z_x (10^{-3}) \leq 1,5 M_y$		
Datos		
Fy		240 Mpa
Zx		1008 Mpa
Sx		895 Mpa
Cálculos		
Mp	$M_p = F_y Z_x (10^{-3})$	241,92 kNm
My	$F_{yf} S_x (10^{-3})$	214,8 kNm
Verifica que $M_p \leq 1,5 M_y$		
Mu		102,79 kNm
Mn		241,92 kNm
Md		217,728 kNm
Verifica el estado de plastificación		

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

Luego se verifica el pandeo lateral torsional; se considera $L_b = L/2$, es decir la mitad de la luz de la correa, que es la longitud para la cual se conectan elementos unidos a los viga de cubierta que no los deja desplazarse ni girar, además se colocan tornapuntas con el fin de ajustar esta distancia a $7,75 m$ para succión y compresión.

En este caso se calcula el coeficiente C_b que para carga uniformemente distribuida su valor es de 1,14 y se considera el caso C donde en el que $L_b > L_r$, con lo cual se determina la resistencia nominal como sigue en la siguiente tabla:

ESTADO LÍMITE DE PANDEO LATERAL-TORSIONAL, PLT			
$M_n = M_{cr} \leq M_p$			
Datos extraídos de las Tablas de perfiles del CIRSOC 301			
Lp	182 cm		
Lr	458 cm		
Lb	662,5 cm		
X1	15100 MPa		
X2	0,000144 MPa ⁻²		
Cálculos			
$C_b = \frac{12,5 M_{máx}}{2,5 M_{máx} + 3M_A + 4M_B + 3M_C}$	Mmax [kNm]	1,7266	1,14
	Ma [kNm]	1,37	
	Mb [kNm]	1,7266	
	Mc [kNm]	1,37	
Caso	Caso C - $L_b > L_r$		
Caso a			
$M_n = M_p$	241,92 kNm		
Caso b			
$F_l = (F_yf - F_r) \text{ o } F_yw$	171,00 Mpa		
$M_r = F_L S_x (10^{-3})$	153,05 kNm		

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

$M_p = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$	99,40 kNm
Caso c	
$M_{cr} = \frac{(10^{-3}) 1,28 C_b S_x X_1}{L_b / r_y}$	117,28 kNm
Verifica que $M_{cr} \leq M_p$	
Mu	102,79 kNm
Mn	117,28 kNm
Md	105,55 kNm
Verifica a pandeo lateral torsional	

Para los estados límites de pandeo local del alma y pandeo local del ala comprimida basta con verificar si la sección es o no compacta en base a lo siguiente:

ESTADO LÍMITE PANDEO LOCAL DEL ALA, PLF			
SE VERIFICA QUE $b/t < \lambda_p$ (en este caso no es necesario calcular λ_r)			
λ_p	$0,28 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	10,97	Verifica que $\lambda_p > b/t$ - Sección compacta
b/t	6,56		
ESTADO LÍMITE PANDEO LOCAL DEL ALMA, PLW			
SE VERIFICA QUE $h/t_w < \lambda_p$ (en este caso no es necesario calcular λ_r)			
λ_p	$0,28 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$	108,54	Verifica que $\lambda_p > h/t_w$ - Sección compacta
hw/tw	38,7		
Como se verifica que la sección es compacta no hay que considerar el pandeo local			

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 79 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"			

En el estado límite de fluencia por corte y pandeo del alma por corte. Se considera lo especificado por *Capítulo G de CIRSOC 301*. En primer lugar se calcula la resistencia requerida, en función a las combinación de cargas.

Corte Requerido [kN]	Apoyo
	31,03

El término K_v , coeficiente de abolladura del alma, se considera igual a 5 para almas sin rigidizadores transversales y $h_w/t_w \leq 260$, resumiendo los cálculo en la siguiente tabla.

RESISTENCIA NOMINAL AL CORTE - YWV - PWV			
Aw		28,17 cm ²	
$V_n = 0,6 F_{yw} A_w C_v (10)^{-1}$		406 kN	
Cv	h _w /t _w	38,7	1
	$\sqrt{k_v E / F_{yw}}$	64,55	
	k _v	5	
Vu		31,03 kN	
Vn		365,14 kN	
Vd		328,63 kN	
Verifica			

10.1.2. Verificación para estados límites de servicio

Correas zona 1

A partir de las combinaciones de carga para estados límites de servicio, se obtienen las siguientes solicitaciones:

Carga de Servicio Máx [kN/m]	3,31
-------------------------------------	------

Se considera la flecha admisible de L/250 según lo establecido por el capítulo L de Cirsoc 301:

ESTADO LÍMITE POR DEFORMACIÓN	
Flecha admisible	0,078 m
Longitud entre apoyos	19,5 m
Flecha según carga	0,0674 m
Verifica el límite por deformación	

DISEÑO ESTRUCTURALES**Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas
Argentinas"****PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618****2024****Correas zona 2****Carga de Servicio Máx [kN/m] 3,60**

ESTADO LÍMITE POR DEFORMACIÓN	
Flecha admisible	0,062 m
Longitud entre apoyos	15,5 m
Flecha según carga	0,043 m
Verifica el límite por deformación	

Correas zona 3**Carga de Servicio Máx [kN/m] 3,16**

ESTADO LÍMITE POR DEFORMACIÓN	
Flecha admisible	0,053 m
Longitud entre apoyos	13,25 m
Flecha según carga	0,040 m
Verifica el límite por deformación	

		INTEGRANTES	Página N° 81 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

10.2. Anillo reticulado interior

10.6.1. Verificación para estados límites últimos

Para obtener la resistencia requerida se utilizan las combinaciones para estado último según lo establecido por el CIRSOC 201.

Dado que tanto los anillos internos y externos como las vigas principales se modelaron las estructuras como elementos de barras, hay que pasar a un sistema equivalente para llevar todos los esfuerzos de estas barras a los esfuerzos en los elementos del reticulado, tanto para los esfuerzos axiales, corte, momento flector y torsores, para lo cual se consideran las siguientes hipótesis:

- El esfuerzo axial resultante del modelo se distribuye uniformemente en cada uno de los cordones del reticulado.
- El momento flector se pasa a una fuerza axial en los elementos de los cordones, y para ello, se divide el momento flector por la altura al eje de los cordones y por la cantidad de elementos de los cordones.
- El esfuerzo de corte lo toman las diagonales, y por lo tanto se dividen las solicitaciones en el plano de las diagonales por el seno del ángulo de inclinación de las mismas.
- Las solicitaciones de momentos torsores son despreciables.

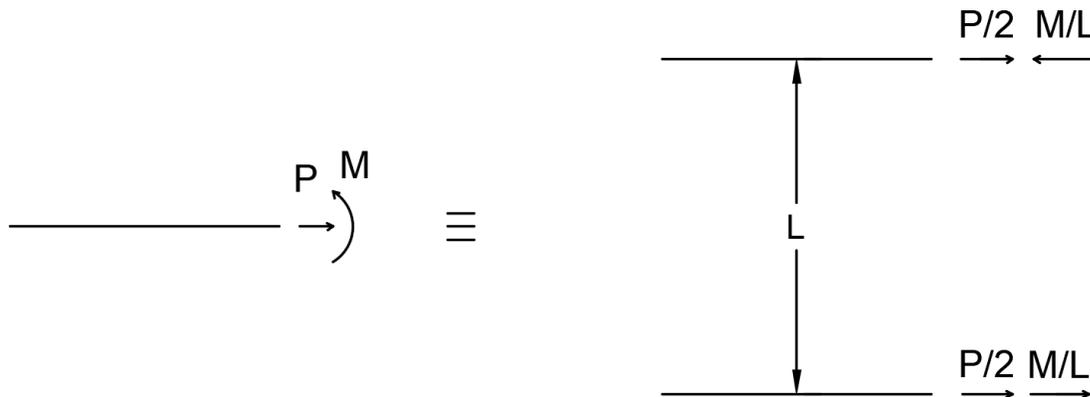


Figura 42. Paso de esfuerzos de barra a reticulado

Por lo tanto, cada uno de los elementos del anillo reticulado deben de verificarse para esfuerzos axiales. A continuación podemos observar una tabla con la resistencia requerida de cada uno de los elementos del reticulado:

Resistencia requerida sobre el reticulado	
Cordones	
Compresión requerida	1.007,50 kN
Tracción requerida	612,50 kN
Diagonales verticales	
Axial requerido	150 kN

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 82 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

Diagonales horizontales	
Axial requerido	6 kN

Para cada uno de los elementos del reticulado se utilizan tubos de acero de sección circular cuyas propiedades son:

Secciones elementos del reticulado			
Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Sección	273 x 6,35	129 x 4,75	88,9 x 3,2
t [mm]	6,35	4,75	3,2
p [m ² /m]	0,86	0,4	0,28
Ag [cm ²]	53,19	18,24	8,62
g [kg/m]	41,76	14,32	6,76
I _x =I _y [cm ⁴]	4730,44	341,31	79,21
S _x =S _y [cm ³]	346,55	53,75	17,82
r _x =r _y [cm]	9,43	4,33	3,03
Z _x =Z _y [cm ³]	451,67	71,04	23,52
J [cm ⁴]	9460,87	682,62	158,41
C [cm ³]	708,85	111,45	36,9

Inicialmente se realiza el control de esbeltez para compresión, ya que es el caso más desfavorable, frente al de tracción:

Control de esbeltez $L/r \leq 300$			
Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Longitud total	2,5 m	3,25 m	1,91 m
Radio de giro	9,4 cm	4,33 cm	3,0 cm
Esbeltez	26,5	75,06	63,0
Condición	Verifica esbeltez	Verifica esbeltez	Verifica esbeltez

Los estados límites últimos que se deben verificar a tracción, según el Capítulo D del CIRSOC 301, son:

- Fluencia de la sección bruta
- Rotura de la sección neta

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024
FLUENCIA DE LA SECCIÓN BRUTA

	Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Datos	Fy	240 MPa	240 MPa	240 MPa
	Ag	53,19 cm ²	18,24 cm ²	8,62 cm ²
	Φ	0,90	0,90	0,90
Cálculos	$P_n = F_y A_g (10^{-1})$	1276,56 kN	437,76 kN	206,88 kN
	Resistencia requerida	612,50 kN	150,11 kN	5,77 kN
	Resistencia nominal	1276,56 kN	437,76 kN	206,88 kN
	Resistencia de diseño	1148,90 kN	393,98 kN	186,19 kN
	Condición	Verifica Rd>Rr	Verifica Rd>Rr	Verifica Rd>Rr

ROTURA DE LA SECCIÓN EFECTIVA

	Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Datos	Fu	370 MPa	370 MPa	370 MPa
	Ag	53,19 cm ²	18,24 cm ²	8,62 cm ²
	An	53,19 cm ²	18,24 cm ²	8,62 cm ²
	U	1	1	1
	Ae	53,19 cm ²	18,24 cm ²	8,62 cm ²
	Φ	0,75	0,75	0,75
Cálculos	$P_n = F_u A_e (10^{-1})$	1968,03 kN	674,88 kN	318,94 kN
	Resistencia requerida	612,50 kN	150,11 kN	5,77 kN
	Resistencia nominal	1968,03 kN	674,88 kN	318,94 kN
	Resistencia de diseño	1476,02 kN	506,16 kN	239,21 kN
	Condición	Verifica Rd>Rr	Verifica Rd>Rr	Verifica Rd>Rr

Los estados límites últimos que se deben verificar a compresión, según el Capítulo E del CIRSOC 301, son:

- Pandeo flexional

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618
2024

Debido a que todas las secciones de este elemento estructural son secciones doblemente simétricas, cerradas no deben de verificarse el pandeo torsional ni flexotorsional, así como el pandeo local debido a que no se presentan elementos esbeltos.

ESTADO LÍMITE DE PANDEO FLEXIONAL				
	Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Datos	Fy	240 MPa	240 MPa	240 MPa
	Ag	53,19 cm ²	18,24 cm ²	8,62 cm ²
Cálculos	$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$	0,292	0,828	0,695
	Fcr	231,57 MPa	180,18 MPa	196,06 MPa
	Resistencia requerida	1007,50 kN	150,11 kN	5,00 kN
	Resistencia nominal	1231,71 kN	328,64 kN	169,00 kN
	Resistencia de diseño	1046,95 kN	279,35 kN	143,65 kN
	Condición	Verifica Rd>Ru	Verifica Rd>Ru	Verifica Rd>Ru

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 85 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

10.3. Anillo reticulado exterior

10.3.1. Verificación para estados límites últimos

Para obtener la resistencia requerida se utilizan las combinaciones para estado último según lo establecido por el CIRSOC 201 y las mismas hipótesis supuestas para obtener la resistencia requerida de los elementos del anillo reticulado interior.

A continuación podemos observar una tabla con la resistencia requerida de cada uno de los elementos del reticulado:

Resistencia requerida sobre el reticulado	
Cordones	
Compresión requerida	377,50 kN
Traccion requerida	191,80 kN
Diagonales verticales	
Axial requerido	219 kN
Diagonales horizontales	
Axial requerido	77 kN

Para cada uno de los elementos del reticulado se utilizan tubos de acero de sección circular cuyas propiedades son:

Secciones elementos del reticulado			
Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Seccion	168,3 x 7,1	127 x 3,2	88,9 x 3,2
t [mm]	7,1	3,2	3,2
p [m ² /m]	0,53	0,4	0,28
Ag [cm ²]	35,96	12,45	8,62
g [kg/m]	28,23	9,77	6,76
Ix=Iy [cm ⁴]	1170,18	238,59	79,21
Sx=Sy [cm ³]	139,06	37,57	17,82
rx=ry [cm]	5,7	4,38	3,03
Zx=Zy [cm ³]	184,65	49,07	23,52
J [cm ⁴]	2340,35	477,19	158,41
C [cm ³]	289,66	77	36,9

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 86 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

Inicialmente se realiza el control de esbeltez para compresión, ya que es el caso más desfavorable, frente al de tracción:

Control de esbeltez $L/r \leq 300$			
Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Longitud total	2,5 m	3,25 m	1,91 m
Radio de giro	5,7 cm	4,38 cm	3,03 cm
Esbeltez	43,9	74,20	63,0
Condición	Verifica esbeltez	Verifica esbeltez	Verifica esbeltez

Los estados límites últimos que se deben verificar a tracción, según el Capítulo D del CIRSOC 301, son:

- Fluencia de la sección bruta
- Rotura de la sección neta

FLUENCIA DE LA SECCIÓN BRUTA				
	Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Datos	Fy	240 MPa	240 MPa	240 MPa
	Ag	35,96 cm ²	12,45 cm ²	8,62 cm ²
	ϕ	0,90	0,90	0,90
Cálculos	$P_n = F_y A_g (10^{-1})$	863,04 kN	298,8 kN	206,88 kN
	Resistencia requerida	191,80 kN	219,39 kN	77,36 kN
	Resistencia nominal	863,04 kN	298,80 kN	206,88 kN
	Resistencia de diseño	776,74 kN	268,92 kN	186,19
	Condición	Verifica $R_d > R_r$	Verifica $R_d > R_r$	Verifica $R_d > R_r$

ROTURA DE LA SECCIÓN EFECTIVA				
	Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Datos	Fu	370 MPa	370 MPa	370 MPa
	Ag	35,96 cm ²	12,45 cm ²	8,62 cm ²
	An	35,96 cm ²	12,45 cm ²	8,62 cm ²
	U	1	1	1

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

	Ae	35,96 cm ²	12,45 cm ²	8,62 cm ²
	Φ	0,75	0,75	0,75
Cálculos	$P_n = F_u A_e (10^1)$	1330,52 kN	460,65 kN	318,94 kN
	Resistencia requerida	191,80 kN	219,39 kN	77,36 kN
	Resistencia nominal	1330,52 kN	460,65 kN	318,94 kN
	Resistencia de diseño	997,89 kN	345,49 kN	239,21 kN
	Condición	Verifica Rd>Rr	Verifica Rd>Rr	Verifica Rd>Rr

Los estados límites últimos que se deben verificar a compresión, según el Capítulo E del CIRSOC 301, son:

- Pandeo flexional

Debido a que todas las secciones de este elemento estructural son secciones doblemente simétricas, cerradas no deben de verificarse el pandeo torsional ni flexotorsional, así como el pandeo local debido a que no se presentan elementos esbeltos.

ESTADO LÍMITE DE PANDEO FLEXIONAL				
	Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Datos	Fy	240 MPa	240 MPa	240 MPa
	Ag	35,96 cm ²	12,45 cm ²	8,62 cm ²
Cálculos	$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$	0,484	0,818	0,695
	Fcr	217,62 MPa	181,35 MPa	196,06 MPa
	Resistencia requerida	377,50 kN	190,00 kN	67,00 kN
	Resistencia nominal	782,56 kN	225,79 kN	169,00 kN
	Resistencia de diseño	665,17 kN	191,92 kN	143,65 kN
	Condición	Verifica Rd>Ru	Verifica Rd>Ru	Verifica Rd>Ru

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 88 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"			

10.4. Vigas reticuladas principales

10.3.1. Verificación para estados límites últimos

Para obtener la resistencia requerida se utilizan las combinaciones para estado último según lo establecido por el CIRSOC 201 y las mismas hipótesis supuestas para obtener la resistencia requerida de los elementos del anillo reticulado interior y exterior.

A continuación podemos observar una tabla con la resistencia requerida de cada uno de los elementos del reticulado:

Resistencia requerida sobre el reticulado	
Cordones	
Compresión requerida	838,00 kN
Tracción requerida	795,50 kN
Diagonales verticales	
Axial requerido	477 kN
Diagonales horizontales	
Axial requerido	9 kN

Para cada uno de los elementos del reticulado se utilizan tubos de acero de sección circular cuyas propiedades son:

Secciones elementos del reticulado			
Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Sección	273 x 6,35	168,3 x 6,35	88,9 x 3,2
t [mm]	6,35	6,35	3,2
p [m ² /m]	0,86	0,53	0,28
Ag [cm ²]	53,19	32,31	8,62
g [kg/m]	41,76	25,36	6,76
I _x =I _y [cm ⁴]	4730,44	1060,82	79,21
S _x =S _y [cm ³]	346,55	126,06	17,82
r _x =r _y [cm]	9,43	5,73	3,03
Z _x =Z _y [cm ³]	451,67	166,67	23,52
J [cm ⁴]	9460,87	2121,63	158,41
C [cm ³]	708,85	261,48	36,9

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 89 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

Inicialmente se realiza el control de esbeltez para compresión, ya que es el caso más desfavorable, frente al de tracción:

Control de esbeltez $L/r \leq 300$			
Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Longitud total	2,9 m	3,54 m	1,75 m
Radio de giro	9,4 cm	5,73 cm	3,03 cm
Esbeltez	30,5	61,70	57,8
Condición	Verifica esbeltez	Verifica esbeltez	Verifica esbeltez

Los estados límites últimos que se deben verificar a tracción, según el Capítulo D del CIRSOC 301, son:

- Fluencia de la sección bruta
- Rotura de la sección neta

FLUENCIA DE LA SECCIÓN BRUTA				
	Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Datos	Fy	240 MPa	240 MPa	240 MPa
	Ag	53,19 cm ²	32,31 cm ²	8,62 cm ²
	Φ	0,90	0,90	0,90
Cálculos	$P_n = F_y A_g (10^{-1})$	1276,56 kN	775,44 kN	206,88 kN
	Resistencia requerida	795,50 kN	476,89 kN	9,24 kN
	Resistencia nominal	1276,56 kN	775,44 kN	206,88 kN
	Resistencia de diseño	1148,90 kN	697,90 kN	186,19 kN
	Condición	Verifica $R_d > R_r$	Verifica $R_d > R_r$	Verifica $R_d > R_r$

ROTURA DE LA SECCIÓN EFECTIVA				
	Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Datos	Fu	370 MPa	370 MPa	370 MPa
	Ag	52,79 cm ²	32,31 cm ²	8,62 cm ²
	An	52,79 cm ²	32,31 cm ²	8,62 cm ²
	U	1	1	1

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618**
2024

	Ae	52,79 cm ²	32,31 cm ²	8,62 cm ²
	Φ	0,75	0,75	0,75
Cálculos	$P_n = F_u A_e (10^1)$	1953,23 kN	1195,47 kN	318,94 kN
	Resistencia requerida	795,50 kN	476,89 kN	9,24 kN
	Resistencia nominal	1953,23 kN	1195,47 kN	318,94 kN
	Resistencia de diseño	1464,92 kN	896,60 kN	239,21 kN
	Condición	Verifica Rd>Rr	Verifica Rd>Rr	Verifica Rd>Rr

Los estados límites últimos que se deben verificar a compresión, según el Capítulo E del CIRSOC 301, son:

- Pandeo flexional

Debido a que todas las secciones de este elemento estructural son secciones doblemente simétricas, cerradas no deben de verificarse el pandeo torsional ni flexotorsional, así como el pandeo local debido a que no se presentan elementos esbeltos.

ESTADO LÍMITE DE PANDEO FLEXIONAL				
	Elemento	Cordones	D. verticales	D. horizontales
Datos	Fy	240 MPa	240 MPa	240 MPa
	Ag	53,19 cm ²	32,31 cm ²	8,62 cm ²
Cálculos	$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$	0,337	0,680	0,637
	Fcr	228,87 MPa	197,73 MPa	202,53 MPa
	Resistencia requerida	838,00 kN	476,89 kN	9,24 kN
	Resistencia nominal	1217,38 kN	638,86 kN	174,58 kN
	Resistencia de diseño	1034,77 kN	543,03 kN	148,39 kN
	Condición	Verifica Rd>Ru	Verifica Rd>Ru	Verifica Rd>Ru

		INTEGRANTES	Página N° 91 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

10.5. Tensores de acero superiores de cubierta

Para el dimensionado de los tensores se utiliza la información brindada por el catálogo del proveedor, IPH, los cuales brindan la carga de rotura última de los tensores, y en función de las solicitaciones obtenidas del modelado en ETABS se eligió la sección más óptima.

Solicitaciones Tensor	
Tracción requerida	756 kN

En función de la tracción requerida se elige un cable de 6 cordones de 50,80 mm de diámetro.

Datos sección - Cable de 6 cordones IPH			
Diámetro	Masa	Carga mínima	
		[kN]	[ton]
50,8	11	1760	180
Tracción diseño Td		1584 kN	
Verifica $T_d > T_u$			

		INTEGRANTES	Página N° 92 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

10.6. Riostras de acero superiores de cubierta

10.6.1. Verificación para estados límites últimos

A partir de las combinaciones de carga establecidas por el CIRSOC 201, se obtiene la resistencia requerida:

Solicitaciones requeridas	
Compresión	875,207 kN
Tracción	1180,864 kN

Para las riostras de acero superiores de cubierta se utilizan tubos de acero de sección circular cuyas propiedades son:

Datos de la sección	
Sección	558,8 x 12,7
t	12,7 mm
p	1,76 m ² /m
Ag	217,88 cm ²
g	171,04 kg/m
I _x =I _y	81266,5 cm ⁴
S _x =S _y	2908,6 cm ³
r _x =r _y	19,31 cm
Z _x =Z _y	3788,9 cm ³
J	162533 cm ⁴
C	5946,3 cm ³

Inicialmente se realiza el control de esbeltez por compresión, ya que es el caso más desfavorable, frente al de tracción:

Control de esbeltez $kL/r < 200$ - Compresion	
k	1
L	2779 cm
r	19,3 cm
Esbeltez	143,9
VERIFICA	

Los estados límites últimos que se deben verificar a tracción, según el Capítulo D del CIRSOC 301, son:

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

- Fluencia de la sección bruta
- Rotura de la sección neta

FLUENCIA DE LA SECCIÓN BRUTA	
Datos	
F _y	240 MPa
A _g	217,88 cm ²
Φ	0,90
Cálculos	
$P_n = F_y A_g (10^{-1})$	5229,12 kN
P_u	894,00 kN
P_n	5229,12 kN
R_d	4706,21 kN
Verifica R _d >R _r	
ROTURA DE LA SECCIÓN EFECTIVA	
Datos	
F _u	370 MPa
A _g	217,88 cm ²
A _n	217,88 cm ²
U	1
A _e	217,88 cm ²
Φ	0,75
Cálculos	
$P_n = F_u A_e (10^{-1})$	8061,56 kN
P_u	894,00 kN
P_n	8061,56 kN
R_d	6046,17 kN
Verifica R _d >R _r	

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618
2024

Los estados límites últimos que se deben verificar a compresión, según el Capítulo E del CIRSOC 301, son:

- Pandeo flexional

Debido a que la sección para este elemento estructural es una sección doblemente simétrica, cerrada no deben de verificarse el pandeo torsional ni flexotorsional, así como el pandeo local debido a que no se presentan elementos esbeltos.

ESTADO LÍMITE DE PANDEO FLEXIONAL		
$P_n = F_{cr} A_g \left(10^{-1} \right)$		
Datos		
Fy		240 MPa
Ag		217,88 cm ²
Cálculos		
λc	$\lambda_c = \frac{1 \text{ k L}}{\pi r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$	1,587
Para λc > 1,5 : $F_{cr} = \left[\frac{0,877}{\lambda_c^2} \right] \cdot F_y$		83,56 MPa
Pu		960,00 kN
Pd		1547,42 kN
Verifica Pd>Pu		

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 95 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES		PELLEGRINI, Gabriel - 13762	2024
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	

10.7. Riostras laterales

10.6.1. Verificación para estados límites últimos

A partir de las combinaciones de carga establecidas por el CIRSOC 201, se obtiene la resistencia requerida:

Solicitaciones requeridas	
Compresión última	750 kN
Tracción última	580 kN

Para las riostras de acero superiores de cubierta se utilizan tubos de acero de sección circular cuyas propiedades son:

Datos de la sección	
Secciones	508,2 x 12,7
t	12,7 mm
p	1,6 m ² /m
Ag	197,7 cm ²
g	155,19 kg/m
I _x =I _y	60712,3 cm ⁴
S _x =S _y	2389,3 cm ³
r _x =r _y	17,52 cm
Z _x =Z _y	3119,4 cm ³
J	121424,5 cm ⁴
C	4895,4 cm ³

Inicialmente se realiza el control de esbeltez por compresión, ya que es el caso más desfavorable, frente al de tracción:

Control de esbeltez $L/r \leq 300$	
Longitud total	31,8 m
Radio de giro	17,5 cm
Esbeltez	181,4
Verifica esbeltez	

Los estados límites últimos que se deben verificar a tracción, según el Capítulo D del CIRSOC 301, son:

- Fluencia de la sección bruta

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

- Rotura de la sección neta

FLUENCIA DE LA SECCIÓN BRUTA	
Datos	
F _y	240 MPa
A _g	197,7 cm ²
Φ	0,90
Cálculos	
$P_n = F_y A_g (10^{-1})$	4744,8 kN
P_u	580,00 kN
P_n	4744,80 kN
R_d	4270,32 kN
Verifica R _d >R _r	

ROTURA DE LA SECCIÓN EFECTIVA	
Datos	
F _u	370 MPa
A _g	197,7 cm ²
A _n	197,7 cm ²
U	1
A _e	197,7 cm ²
Φ	0,75
Cálculos	
$P_n = F_u A_e (10^{-1})$	7314,9 kN
P_u	580,00 kN
P_n	7314,90 kN
R_d	5486,18 kN
Verifica R _d >R _r	

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

Los estados límites últimos que se deben verificar a compresión, según el Capítulo E del CIRSOC 301, son:

- Pandeo flexional

Debido a que la sección para este elemento estructural es una sección doblemente simétrica, cerrada no deben de verificarse el pandeo torsional ni flexotorsional, así como el pandeo local debido a que no se presentan elementos esbeltos.

ESTADO LÍMITE DE PANDEO FLEXIONAL	
$P_n = F_{cr} A_g \left(10^{-1} \right)$	
Datos	
Fy	240 MPa
Ag	197,7 cm ²
Cálculos	
$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{k L}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$	2,001
Fcr	52,58 MPa
Pu	750,00 kN
Pd	883,57 kN
Verifica Rd>Ru	

		INTEGRANTES	Página N° 98 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI , Gabriel - 13762 SILVESTRE , Kevin - 13904 TOBARES , Isaías - 13618	2024

10.8. Columnas

10.8.1. Verificación para estados límites últimos

A partir de las combinaciones de carga establecidas por el CIRSOC 201, se obtiene la resistencia requerida:

Compresión última [kN]	6635
Tracción última [kN]	4241
Momento Último [kN]	1944

Posteriormente se verificarán los estados límites últimos correspondiente a:

- Fluencia del área bruta
- Rotura de la sección efectiva
- Pandeo flexional
- Plastificación de la sección
- Flexocompresión

Para estos elementos, se utilizan tubos de acero de sección circular cuyas propiedades son:

Datos de la sección	
D [mm]	1219,2 x 19,05
t [mm]	19,05
p [m ² /m]	3,83
Ag [cm ²]	718,26
g [kg/m]	563,83
I [cm ⁴]	1293503
S [cm ³]	21219
r [cm]	42,44
Z [cm ³]	27447
J [cm ⁴]	2587006
C [cm ³]	43079

Inicialmente se realiza el control de esbeltez por compresión, ya que es el caso más desfavorable, frente al de tracción:

Control de esbeltez	
k	1
L	2779,460 cm
r	42,440 cm

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618
2024

kL/r	65,49
<200	VERIFICA

Los estados límites últimos que se deben verificar a tracción, según el Capítulo D del CIRSOC 301, son:

FLUENCIA DE LA SECCIÓN BRUTA	
Datos	
Fy	240 MPa
Ag	718,26 cm ²
Φ	0,90
Cálculos	
$P_n = F_y A_g (10^{-1})$	17238,24 kN
Pu	4241,00 kN
Pn	17238,24 kN
Rd	15514,42 kN
Verifica Rd>Rr	

ROTURA DE LA SECCIÓN EFECTIVA	
Datos	
Fu	370 MPa
Ag	718,26 cm ²
An	718,26 cm ²
U	1
Ae	718,26 cm ²
Φ	0,75
Cálculos	
$P_n = F_u A_e (10^{-1})$	26575,62 kN
Pu	4241,00 kN
Pn	26575,62 kN

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 100 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"			

Rd	19931,72 kN
Verifica Rd>Rr	

Los estados límites últimos que se deben verificar a compresión, según el Capítulo E del CIRSOC 301, son:

ESTADO LÍMITE DE PANDEO FLEXIONAL	
$P_n = F_{cr} A_g (10^{-1})$	
Datos	
Fy	240 MPa
Ag	718,26 cm ²
Cálculos	
$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$	0,722
Fcr	192,94 MPa
Ru	6635,00 kN
Rd	11779,24 kN
Verifica Rd>Ru	

Debido a que la sección para este elemento estructural es una sección doblemente simétrica, cerrada no deben de verificarse el pandeo torsional ni flexotorsional, así como el pandeo local debido a que no se presentan elementos esbeltos.

A continuación se verifica el estado último de plastificación de la sección según el Capítulo F de CIRSOC 301:

ESTADO LÍMITE DE PLASTIFICACIÓN	
$M_n = M_p = F_y Z_x (10^{-3}) \leq 1,5 M_y$	
Datos	
Fy	240 Mpa
Zx	27447 Mpa
Sx	21219 Mpa

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

Cálculos	
$M_p = F_y Z_x (10^{-3})$	6587,28 kNm
$F_{yf} S_x (10^{-3})$	5092,56 kNm
Verifica que $M_p \leq 1,5 \cdot M_y$	
Mr	1944 kNm
Mn	6587,28 kNm
Md	5928,55 kNm
Verifica $M_d > M_r$	

FLEXOCOMPRESIÓN		
Datos		
Pu		6635,00 kN
Pd		11779,24 kN
Mux		1944 kNm
Muy		68 kNm
Mdx		5928,55 kNm
Mdy		5928,55 kNm
Cálculos		
Pu/Pd		0,563
Pu/Pd $\geq 0,2$	$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ry}} \right]$	0,86
Pu/Pd $< 0,2$	$\frac{P_u}{2 \phi P_n} + \left[\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{rx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ry}} \right]$	0,62
Verifica flexocompresión		

Dado que la sección utilizada es un perfil tubular compacto, no deben de verificarse ni el límite de pandeo lateral-torsional, ni el estado límite de pandeo local.

		INTEGRANTES	Página N° 102 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

10.9. Vigas de vinculación de columnas

Estos elementos que funcionan principalmente a esfuerzo axial y momento flector debido a sus condiciones de vínculo, Se elige para esta sección, dos perfiles W 40 x 174, donde las características de cada perfil es:

Propiedades del perfil		
Dimensiones	d [mm]	970
	bf [mm]	400
	tf [mm]	21,1
	hw* [mm]	875
	tw [mm]	16,5
	r * [mm]	38,1
Relaciones	bf = 2tf	9,49
	hw = tw	53
Área	Ag [cm2]	329,7
Peso	Peso [Kg/m]	258,9
Propiedades geométricas X-X	Ix [cm4]	507802
	Sx [cm3]	10471
	rx [cm]	39,37
	Qx [cm3]	5858
	Zx [cm3]	11717
Propiedades geométricas Y-Y	Iy [cm4]	22518
	Sy [cm3]	1127
	ry [cm]	8,28
	Qy [cm3]	877
	1,5,Sy [cm3]	1691
	Zy [cm3]	1753
J [cm4]		466,2
CW [cm6]		50753279
X1 [MPa]		10342
X2 [MPa-2]		757

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 103 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

Con estos datos se hace una clasificación de la sección para verificar si la misma es compacta:

ALA: elemento no rigidizado	
b	200 mm
tf	21,1 mm
b/tf	9,48
λ_p	10,97
λ_r	Se verifica $b/t < \lambda_p$. No es necesario calcular λ_r
ALMA: elemento rigidizado	
hw/tw	53
λ_p	108,54
λ_r	Se verifica $hw/tw < \lambda_p$. No es necesario calcular λ_r
Clasificación	Sección compacta

Luego se realiza un control de esbeltez como sigue:

Control de esbeltez $L/r \leq 300$		
Long. max de viga	10,92 m	
Radio mínimo	3,64 cm	
rx	39,37 cm	
ry	8,28 cm	
Longitud total	10,92 m	
Esbeltez	131,88	Verifica esbeltez

Se verifica los estado límites de flexión, plastificación de la sección y pandeo lateral torsional:

ESTADO LÍMITE DE PLASTIFICACIÓN	
$M_n = M_p = F_y Z_x (10^{-3}) \leq 1,5 M_y$	
Datos	
Fy	240 Mpa
Zx	11717 Mpa
Sx	10471 Mpa
Cálculos	

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

$M_p = F_y Z_x (10^{-3})$	2812,08 kNm
$F_{yf} S_x (10^{-3})$	2513,04 kNm
Verifica que $M_p \leq 1,5 \cdot M_y$	
Mu	873 kNm
Mn	2812,08 kNm
Md	2530,872 kNm
Verifica el estado de plastificación	

ESTADO LÍMITE DE PANDEO LATERAL-TORSIONAL PL

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

Datos extraídos de las Tablas de perfiles del CIRSOC 301

Lp	383 cm
Lr	660 cm
Lb	1092 cm
X1	10342 MPa
X2	0,000757 MPa ⁻²

Cálculos

$C_b = \frac{12,5 M_{máx}}{2,5 M_{máx} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C}$	Mmax [kNm]	873	1,667
	Ma [kNm]	218,25	
	Mb [kNm]	436,5	
	Mc [kNm]	654,75	
Caso	Caso C - Lb > Lr		
Caso a			
$M_n = M_p$	2812,08 kNm		
Caso b			
FI = (Fyf - Fr) o Fyw	171,00 Mpa		

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

$M_r = F_L S_x (10^{-3})$	1.790,54 kNm
$M_p = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$	328,97 kNm
Caso c	
$M_{cr} = \frac{(10^{-3}) 1,28 C_b S_x X_1}{L_b / r_y}$	1.751,70 kNm
Verifica que Mcr <= Mp	
Mu	873 kNm
Mn	1.751,70 kNm
Md	1576,53 kNm
Verifica a pandeo lateral torsional	

ESTADO LÍMITE PANDEO LOCAL DEL ALA, PLF

 SE VERIFICA QUE $b/t < \lambda_p$ (en este caso no es necesario calcular λ_r)

λ_p	$0,28 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	10,97	Verifica que $\lambda_p > b/t$ - Sección compacta
b/t		9,48	

ESTADO LÍMITE PANDEO LOCAL DEL ALMA, PLW

 SE VERIFICA QUE $h/t_w < \lambda_p$ (en este caso no es necesario calcular λ_r)

λ_p	$0,28 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	108,54	Verifica que $\lambda_p > h/t_w$ - Sección compacta
hw/tw		53	

Como se verifica que la sección es compacta no hay que considerar el pandeo local

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

Se verifica la resistencia al corte del perfil considerando que no tiene rigidizadores:

RESISTENCIA NOMINAL AL CORTE - YWV - PWV			
Aw		160 cm ²	
$V_n = 0,6 F_{yw} A_w C_v (10)^{-1}$		2304,72 kN	
Cv	hw/tw	53	1
	$\sqrt{k_v E / F_{yw}}$	64,55	
	kv	5	
Vu		182,50 kN	
Vn		2074,25 kN	
Vd		1866,82 kN	
Verifica al corte			

Los estados límites últimos que se deben verificar a tracción, son la fluencia de la sección bruta y la rotura de la sección neta:

FLUENCIA DE LA SECCIÓN BRUTA	
Datos	
Fy	240 MPa
Ag	659,4 cm ²
Φ	0,90
Cálculos	
$P_n = F_y A_g (10^{-1})$	15825,6 kN
Pu	300,00 kN
Pn	15825,60 kN
Rd	14243,04 kN
Verifica Rd>Rr	

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618
2024

ROTURA DE LA SECCIÓN EFECTIVA	
Datos	
Fu	370 MPa
Ag	659,4 cm ²
An	659,4 cm ²
U	1
Ae	659,4 cm ²
Φ	0,75
Cálculos	
$P_n = F_u A_e (10^{-1})$	24397,8 kN
Pu	372,00 kN
Pn	24397,80 kN
Rd	18298,35 kN
Verifica Rd>Rr	

Para verificar los estados límites últimos a compresión, en primer lugar se realiza un control de esbeltez, en donde en este caso el radio de giro en la dirección de menor inercia es dos veces el radio de giro de un perfil.

Control de esbeltez	
k	1
L	1092 cm
r	16,560 cm
kL/r	65,94
<200	VERIFICA

ESTADO LÍMITE DE PANDEO FLEXIONAL	
$P_n = F_{cr} A_g (10^{-1})$	
Datos	

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618
2024

Fy	240 MPa
Ag	659,4 cm ²
Cálculos	
$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$	0,73
Fcr	192,36 MPa
Pu	748,00 kN
Pd	10781,42 kN
Verifica Rd > Ru	

FLEXOCOMPRESIÓN		
Datos		
Pu		748,00 kN
Pd		10781,42 kN
Mux		873 kNm
Muy		- kNm
Mdx		1576,53 kNm
Mdy		- kNm
Cálculos		
Pu/Pd		0,069
Pu/Pd >= 0,2	$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} \left[\frac{M_{ox}}{\phi_b M_{rx}} + \frac{M_{oy}}{\phi_b M_{ry}} \right]$	0,56
Pu/Pd < 0,2	$\frac{P_u}{2 \phi P_n} + \left[\frac{M_{ox}}{\phi_b M_{rx}} + \frac{M_{oy}}{\phi_b M_{ry}} \right]$	0,59
Verifica flexocompresión		

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 109 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

10.10. Fundaciones

10.10.1. Hipotesis de calculo

Para el cálculo de fundaciones de la cubierta, se utilizarán pilotes de hormigón armado, debido a que la profundidad portante se encuentra a una profundidad de 13 metros aproximadamente según el estudio de suelo.

Para el cálculo de la resistencia a tracción se utilizan las siguientes fórmulas:

- Caso de fundaciones profundas con sección circular

$$T_u = \pi * S_u * B * H + S_f * \pi * B * \gamma * (2D - H) * \frac{H}{2} * K_u * \text{tag}\phi + w$$

Siendo:

- Factor de fricción lateral $s_f = 1 + m * \frac{H}{B}$

Para el cálculo de las deformaciones horizontales y resortes se realizarán los siguientes pasos:

1. Dividir el pilote en tramos de 1 metro. Se busca no dividir el pilote en longitudes muy desiguales y discontinuidad de longitudes que podría atraer problemas de convergencia.
2. Es conveniente colocar nodos en los puntos de cambio de las propiedades del suelo, cambios de sección del pilote o puntos de aplicación de carga.
3. Identificar correctamente la vinculación.
4. Estimación del coeficiente de balasto (constante del resorte) a diferentes profundidades.
5. Evaluar los resultados en base a experimentación u otros ensayos a escala.

Se asume que los resortes son independientes, lo que no es real.

Para el cálculo de la resistencia a compresión por punta se utilizará la fórmula obtenida por Terzagui, utilizando el Método de Brinch-Hansen:

$$P_{pu} = A_p * (cN_c'd_c s_c + \eta \bar{q} N_q' s_q + \frac{1}{2} \gamma' B_p N_\gamma s_\gamma)$$

Siendo:

- A_p : área de punta de pilote
- c : cohesión del suelo
- B_p : ancho del pilote
- q : presión efectiva del suelo en la punta del pilote
- η : factor igual a 1 excepto en Vesic
- N', d, s : factores que varían según el método

La resistencia de fuste se evalúa mediante la siguiente expresión:

$$P_{fu} = \sum_1^n A_s \cdot f_s$$

Siendo:

- A_s es el área lateral del pilote que se encuentra en contacto con el suelo en una longitud ΔL
- ΔL en nuestro caso será el espesor del cada sustrato de suelo que tengamos datos

		INTEGRANTES	Página N° 110 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI , Gabriel - 13762 SILVESTRE , Kevin - 13904 TOBARES , Isaías - 13618	2024

- f_s es la tensión de adherencia entre el suelo y el pilote

Para estimar la resistencia de punta de los pilotes se utilizaron las fórmulas de Brinch-Hansen, Jambu y Vesic en toda su magnitud, sumadas a un 60% de la resistencia de fuste dado que la misma depende en gran medida de la cohesión, que consideramos no es muy confiable.

En relación a las tensiones transversales en el suelo, las mismas se evalúan mediante los springs correspondientes al análisis mediante los coeficientes de balasto.

La resistencia última del suelo transversalmente se evalúa mediante el método de Broms, adoptando como momento de fluencia al producto de un análisis seccional que realiza el mismo software SAP2000 que utilizamos para realizar la modelación.

Los parámetros del suelo como la densidad y el ángulo de fricción interna (para evaluar K_p) se ponderan en función al tipo de suelos al igual que se hizo en la resistencia a tracción. De esta manera se puede evaluar la carga última que resistiría el suelo frente a la acción de cargas laterales y compararla con el cortante en la cabeza de los pilotes, evaluando así si la solicitaciones mayor que la resistencia.

Para evaluar la tensión de adherencia en cada sustrato, ya que tenemos distinto tipo de suelo según capas de 50 cm, Se utiliza el método α propuesto por Tomlison, el cual puede utilizarse tanto en suelos cohesivos como no cohesivos. La fórmula propuesta para calcular f_s es la correspondiente a la siguiente ecuación:

$$f_s = \alpha \cdot s_u + \bar{q} \cdot K \cdot \tan \delta$$

$$K = \frac{K_A + F_w \cdot K_0 + K_P}{2 + F_w}$$

Como último inciso, la resistencia a compresión del pilote es la suma de la resistencia de punta más la resistencia de fuste.

$$P_a = \frac{P_{pi}}{SF_p} + \frac{\Sigma P_{si}}{SF_s}$$

10.10.2. Determinación de resistencia de diseño

Para ello se tienen en cuenta los datos de cada estrato del suelo y se va calculando la rigidez para cada estrato:

DISEÑO ESTRUCTURALES
**Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas
 Argentinas"**
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

Prof	γ	ϕ	c	Δh	$\Delta \sigma$	σ_g	SPT
[m]	[kN/m ³]	[deg]	[kPa]	[m]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	N
0	13,4	17	40	0	0	0	0
1	13,4	17	40	1	13,4	13,4	1
2	13,4	17	40	1	13,4	26,8	4
3	13,4	17	40	1	13,4	40,2	5
4	14,6	28	45	1	14,6	54,8	5
5	14,6	28	45	1	14,6	69,4	4
6	14,6	28	45	1	14,6	84	4
7	15,8	29	52	1	15,8	99,8	20
8	15,8	29	52	1	15,8	115,6	6
9	15,8	29	52	1	15,8	131,4	7
10	15,8	29	52	1	15,8	147,2	7
11	16,6	33	0	1	16,6	163,8	23
12	16,6	33	0	1	16,6	180,4	34
13	16,6	33	0	1	16,6	197	60
14	20,3	39	0	1	20,3	217,3	72
15	20,3	39	0	1	20,3	237,6	80

En promedio, se tiene:

Promedio	γ	ϕ	c
	[kN/m ³]	[deg]	[kPa]
	15,69	27,81	31,44

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

PROF [M]	SUCS	γ [kN/m ³]	γ [N/m ³]	ϕ	c [N/m ²]	FACTORES DE TERZAGHI			RIGIDEZ DE RESORTES				
						N _q (M)	N _c (M)	N _v (V)	AS	BS Z ⁿ	ksi [N/m ³]	Ki[N/m]	Ki[kN/m]
						AD	AD	AD					
1	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	1502633	2023659	2439734	2440
1,5	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	1840342	2361368	3293547	3294
2	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	2125044	2646070	3696594	3697
2,5	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	2375871	2896897	4050042	4050
3	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	2602636	3123663	4368873	4369
3,5	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	2811169	3332195	4661705	4662
4	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	3005266	3526292	4934056	4934
4,5	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	3187566	3708592	5189724	5190
5	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	3359989	3881015	5431455	5431
5,5	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	3523986	4045013	5661314	5661
6	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	3680684	4201710	5880900	5881
6,5	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	3830977	4352003	45327061	45327
7	GP-GM	20,3	20300	39	0	55,96	67,87	92,25	52432900	120216210	172649110	203423953	203424
7,5	GP-GM	20,3	20300	39	0	55,96	67,87	92,25	52432900	124435599	176868499	206475318	206475
8	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	4250088	4771114	46866136	46866
8,5	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	4380890	4901916	6861797	6862
9	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	4507899	5028925	7039682	7040
9,5	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	4631426	5152452	7212683	7213
10	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	4751742	5272768	7381182	7381
10,5	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	4869087	5390113	7545514	7546
11	ML	15,2	15200	10	0	2,47	8,34	1,22	521026	4983669	5504696	13422031	13422
11,5	SP-SM	17,2	17200	25	0	10,66	20,72	10,88	5238023	24876074	30114096	36542382	36542
12	SP-SM	17,2	17200	25	0	10,66	20,72	10,88	5238023	25411104	30649127	42906203	42906
12,5	SP-SM	17,2	17200	25	0	10,66	20,72	10,88	5238023	25935100	31173122	98636060	98636
13	GW	21,7	21700	40	0	64,20	75,31	109,41	66477849	200906506	267384355	320115140	320115
13,5	GW	21,7	21700	40	0	64,20	75,31	109,41	66477849	204733640	271211489	379679695	379680
14	GW	21,7	21700	40	0	64,20	75,31	109,41	66477849	208490534	274968383	384940217	384940
14,5	GW	21,7	21700	40	0	64,20	75,31	109,41	66477849	212180919	278658767	390107552	390108
15	GW	21,7	21700	40	0	64,20	75,31	109,41	66477849	215808206	282286054	282286054	282286

Se traza un gráfico de profundidad del suelo vs. rigidez, como se muestra a continuación:

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

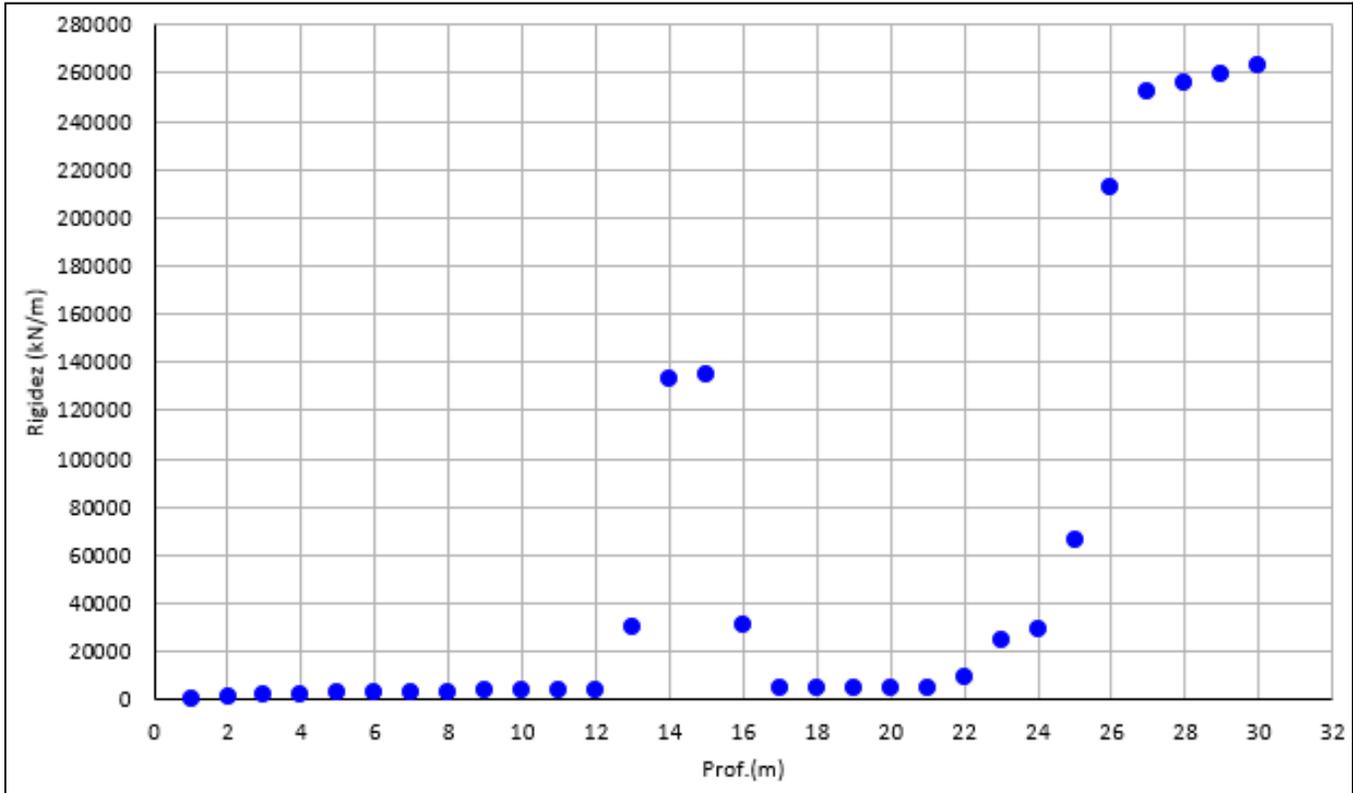


Figura 43. Gráfico Profundidad de suelo vs. Rigidez

10.10.3. Verificación de resistencia del suelo

A. Presión de hundimiento

A.1.Carga por punta

SEGÚN "Brinch-Hansen"					
Ny		Nc		Nq	
γ'	16,60	c	0,00	η	1
Bp	0,50	N'c	38,64	q'0	163,80
N'y	24,44	sc	1,68	N'q	26,09
sy	0,60	dc	1,61	sq	1,54
-	-	-	-	dq	1,41
Ny	60,86	Nc	0,00	Nq	9313,55

qu	9374,41 kN/m2
Pu	1840,66 kN

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

SEGÚN "Janbu"					
Ny		Nc		Nq	
γ'	16,60	c	0,00	η	1
Bp	0,50	N'c	51,15	q'0	163,80
N'y	23,63	sc	1,49	N'q	25,25
sy	0,60	dc	1,61	sq	1,65
				dq	1,41
Ny	58,83	Nc	0,00	Nq	9626,10

qu	9684,93 kN/m ²
Pu	1901,63 kN

SEGÚN "Vesic"					
Ny		Nc		Nq	
γ'	16,60	c	0,00	η	0,64
Bp	0,50	N'c	86,18	q'0	163,80
N'y	69,24	sc	1,61	N'q	52,31
sy	0,60	dc	1,61	sq	1,65
				dq	1,41
Ny	172,40	Nc	0,00	Nq	12698,6

qu	12871,02 kN/m ²
Pu	2527,22 kN

De los resultados que obtuvimos podemos decir que con el método de Brinch-Hansen obtuvimos el Pu (capacidad del pilote por la punta) de menor valor, mientras que con los demás obtuvimos el Pu de mayor valor.

A.2. Carga por fuste

Se obtuvo la capacidad del pilote por el fuste de la siguiente manera:

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

Parametros geométricos				γ	ϕ	c	α	q	K_a	K_0	K_p	Fw	K	F δ	δ	fs	As	Producto
h	d	p	Δh	kN/m ³	°	kPa	AD	kN/m ²	AD	AD	AD	AD	AD	AD	°	kPa	m ²	kN
1	1,4	4,40	1	13,4	17	0	1,10	13,4	0,55	0,71	1,41	1,4	0,87	2/3	11,33	131,52	4,40	578,46
2	1,4	4,40	1	13,4	17	0	1,10	26,8	0,55	0,71	1,41	1,4	0,87	2/3	11,33	263,04	4,40	1156,92
3	1,4	4,40	1	13,4	17	0	1,10	40,2	0,55	0,71	1,41	1,4	0,87	2/3	11,33	394,56	4,40	1735,38
4	1,4	4,40	1	14,6	28	0	1,10	54,8	0,36	0,53	0,01	1,4	0,33	2/3	18,67	334,95	4,40	1473,19
5	1,4	4,40	1	14,6	28	0	1,10	69,4	0,36	0,53	0,01	1,4	0,33	2/3	18,67	424,19	4,40	1865,68
6	1,4	4,40	1	14,6	28	0	1,10	84	0,36	0,53	0,01	1,4	0,33	2/3	18,67	513,43	4,40	2258,17
7	1,4	4,40	1	15,8	29	0	1,10	99,8	0,35	0,52	0,26	1,4	0,39	2/3	19,33	753,26	4,40	3313,03
8	1,4	4,40	1	15,8	29	0	1,10	115,6	0,35	0,52	0,26	1,4	0,39	2/3	19,33	872,52	4,40	3837,54
9	1,4	4,40	1	15,8	29	0	1,10	131,4	0,35	0,52	0,26	1,4	0,39	2/3	19,33	991,77	4,40	4362,04
10	1,4	4,40	1	15,8	29	0	1,10	147,2	0,35	0,52	0,26	1,4	0,39	2/3	19,33	1111,03	4,40	4886,55
11	1,4	4,40	1	16,6	33	0	1,10	163,8	0,29	0,46	5,78	1,4	1,97	2/3	22,00	7110,70	4,40	31274,50
12	1,4	4,40	1	16,6	33	0	1,10	180,4	0,29	0,46	5,78	1,4	1,97	2/3	22,00	7831,32	4,40	34443,96
13	1,4	4,40	1	16,6	33	0	1,10	197	0,29	0,46	5,78	1,4	1,97	2/3	22,00	8551,94	4,40	37613,41
14	1,4	4,40	1	20,3	39	0	1,10	217,3	0,23	0,37	3,26	1,4	1,18	2/3	26,00	6652,83	4,40	29260,66
15	1,4	4,40	1	20,3	39	0	1,10	237,6	0,23	0,37	3,26	1,4	1,18	2/3	26,00	7274,33	4,40	31994,17
16	1,4	4,40	1	22,3	43	0	1,10	259,9	0,19	0,32	0,43	1,4	0,31	2/3	28,67	2341,00	4,40	0,00
17	1,4	4,40	1	22,3	43	0	1,10	282,2	0,19	0,32	0,43	1,4	0,31	2/3	28,67	2541,86	4,40	0,00

Fuste u 190053,66 kN

B. Resistencia a compresión

La resistencia final a compresión del pilote está conformada por la resistencia de punta más la resistencia de fuste. Los resultados finales para la resistencia a compresión son:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
Se considero el 60% de la carga de fuste					
Cargas Verticales	-	Carga Punt.	Carga Fuste	Carga comp	Carga tracc.
	Brinch-Hansen	1840,66	136793,20	83916,58	2957,61
	Vesic	2527,22	136793,20	84603,14	2957,61
	Janbu	1901,63	136793,20	83977,55	2957,61

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Cargas horizontales	Cortante Máximo		FS
	Viento	335,83	10,43
	Sismo	844,95	4,14

C. Resistencia a tracción

Bajo algunos casos de carga es posible que las fundaciones se encuentren solicitadas a tracción. Por ello es de interés estudiar cuánta carga es capaz de soportar bajo esta condición.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618**

2024

Calculado con parametros del fondo		
Profundidad	D	13 m
Cohesion	c	0 kPa
Peso Especifico	γ	16,6 kN/m3
Angulo Fricción	ϕ	33 grados
Diametro Fund	B	1,4 m
Relación	H/B	4,59
Altura Util	H	6,42 m
	m	0,1833
	Sf	1,84
Coef Aporte Su	λ	0,5
	Su	0
Empuje Pasivo	Kp	3,39
Empuje Activo	Ka	0,29
Coef Aporte Ku	fk	0,5
	Ku	1,84
Peso Base	W	480,29 kN
Fuerza Tracción	Tu	10590,02 kN

Calculado con parametros ponderados		
Profundidad	D	13 m
Cohesion	c	0 kPa
Peso Especifico	γ	15,6875 kN/m3
Angulo Fricción	ϕ	27,8125 grados
Diametro Fund	B	1,4 m
Relación	H/B	3,40
Altura Util	H	4,76 m
	m	0,108567578
	Sf	1,37
Coef Aporte Su	λ	0,5
	Su	0
Empuje Pasivo	Kp	2,75
Empuje Activo	Ka	0,36
Coef Aporte Ku	fk	0,5
	Ku	1,56
Peso Base	W	480,29 kN
Fuerza Tracción	Tu	4403,49 kN

Calculado con parametros de superficie		
Profundidad	D	13 m
Cohesion	c	0 kPa
Peso Especifico	γ	13,4 kN/m3
Angulo Fricción	ϕ	17 grados
Diametro Fund	B	1,4 m
Relación	H/B	2,58
Altura Util	H	3,61 m
	m	0,0393
	Sf	1,10
Coef Aporte Su	λ	0,5
	Su	0
Empuje Pasivo	Kp	1,83
Empuje Activo	Ka	0,55
Coef Aporte Ku	fk	0,5
	Ku	1,19
Peso Base	W	480,29 kN
Fuerza Tracción	Tu	1432,26 kN

Calculado por aporte de cada capa																	
Prof.	Cohesion	Peso Especifico	Angulo Fricción	Diametro Fund.	Relación	Altura Util	Coef. Aporte Su		Empuje Pasivo	Empuje Activo	Coef. Aporte	Ku	Peso Base	Fuerza Tracción	Aporte Tu		
D	c	γ	ϕ	B	H/B	H	m	Sf	λ	Su	Kp		Ka	fk	W	Tu	Tu
m	kPa	kN/m3	grados	m	-	m							kN	kN	kN	kN	
1	0	13,4	17	1,4	2,58	1,00	0,04	1,10	0,5	0	1,83	0,55	0,5	1,19	36,95	48,72	48,72
2	0	13,4	17	1,4	2,58	2,00	0,04	1,10	0,5	0	1,83	0,55	0,5	1,19	73,89	121,00	60,50
3	0	13,4	17	1,4	2,58	3,00	0,04	1,10	0,5	0	1,83	0,55	0,5	1,19	110,84	216,83	72,28
4	0	14,6	28	1,4	3,44	4,00	0,11	1,38	0,5	0	2,77	0,36	0,5	1,57	147,78	738,14	184,54
5	0	14,6	28	1,4	3,44	4,81	0,11	1,38	0,5	0	2,77	0,36	0,5	1,57	184,73	1105,83	221,17
6	0	14,6	28	1,4	3,44	4,81	0,11	1,38	0,5	0	2,77	0,36	0,5	1,57	221,67	1497,72	249,62
7	0	15,8	29	1,4	3,63	5,08	0,12	1,45	0,5	0	2,88	0,35	0,5	1,61	258,62	2297,64	328,23
8	0	15,8	29	1,4	3,63	5,08	0,12	1,45	0,5	0	2,88	0,35	0,5	1,61	295,56	2791,69	348,96
9	0	15,8	29	1,4	3,63	5,08	0,12	1,45	0,5	0	2,88	0,35	0,5	1,61	332,51	3285,74	365,08
10	0	15,8	29	1,4	3,63	5,08	0,12	1,45	0,5	0	2,88	0,35	0,5	1,61	369,45	3779,79	377,98
11	0	16,6	33	1,4	4,59	6,42	0,18	1,84	0,5	0	3,39	0,29	0,5	1,84	406,40	8450,90	768,26
12	0	16,6	33	1,4	4,59	6,42	0,18	1,84	0,5	0	3,39	0,29	0,5	1,84	443,34	9520,46	793,37
13	0	16,6	33	1,4	4,59	6,42	0,18	1,84	0,5	0	3,39	0,29	0,5	1,84	480,29	10590,02	814,62
14	0	20,3	39	1,4	6,59	9,23	0,30	3,00	0,5	0	4,40	0,23	0,5	2,31	517,23	43931,59	3137,97
15	0	20,3	39	1,4	6,59	9,23	0,30	3,00	0,5	0	4,40	0,23	0,5	2,31	554,18	48593,99	3239,60
16	0	20,3	39	1,4	6,59	9,23	0,30	3,00	0,5	0	4,40	0,23	0,5	2,31	591,12	53256,40	3328,53
															Tu Tot	10962,18	

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 117 de 156
<u>DISEÑO ESTRUCTURALES</u>		PELLEGRINI, Gabriel - 13762	2024
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	

10.11. Pilotes

Para este elemento se determinan las cargas de estado último del software de análisis estructural y se dimensiona para estados de flexocompresión. Por último se verifica el mismo para flexo tracción con ayuda de los diagrama de interacción.

Solicitaciones últimas		
Compresión última	3368,00 kN	
Momento último	2548,00 kNm	
Tracción última	700,00 kN	
Momento último	621,00 kN	
Datos		
Diámetro de pilote	1,4 m	
Fy	420 Mpa	
f'c	30 Mpa	
Área de pilote	1,5393804 m2	
Cálculos		
Armadura longitudinal mínima		
$2400 / (f_y \sqrt{2 A_g})$	0,0033	-
Armadura mínima	50,13 cm2	
Armadura colocada	25 barras Φ 16 cada 16 cm	
	50,27 cm2	
Resistencia a la compresión		
$R_{nc} = 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}$	41237,51 kN	
Resistencia a la tracción		
$R_{nt} = f_y \cdot A_{st}$	2111,15 kN	

Por último se presenta el diagrama de interacción:

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

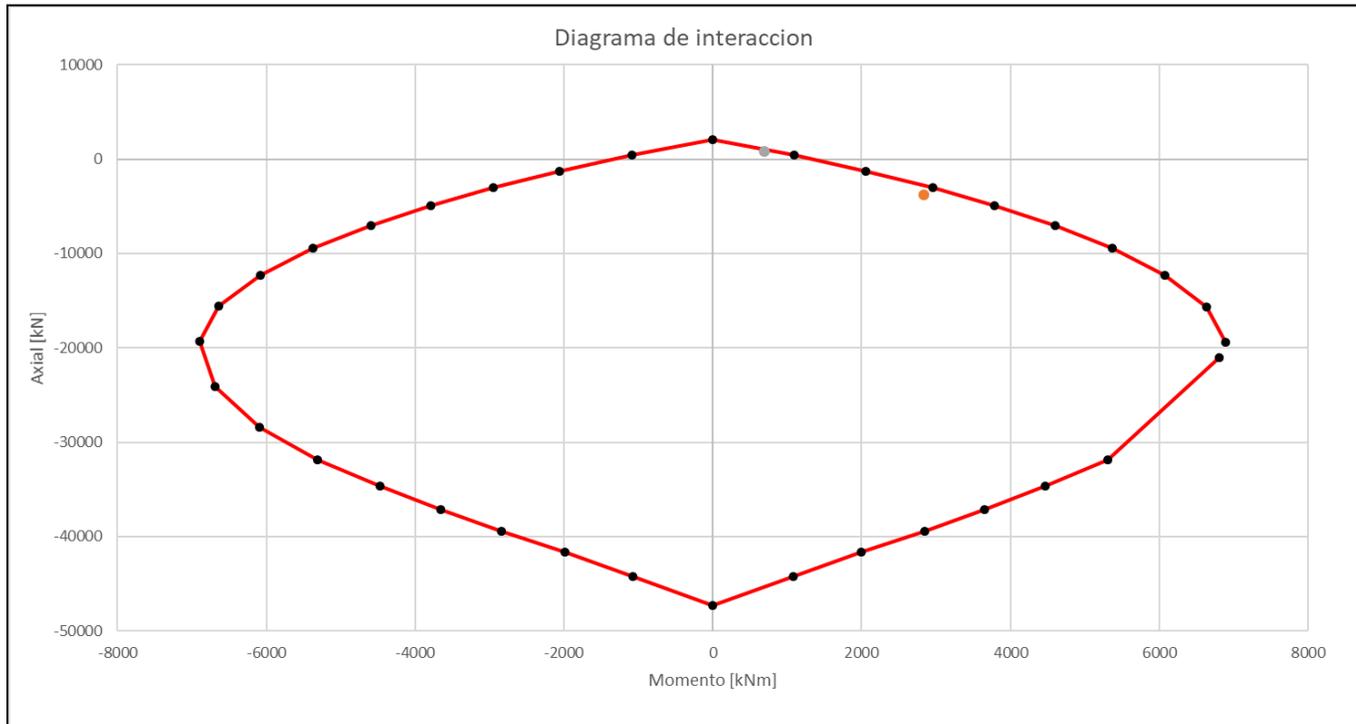


Figura 44. Diagrama de interacción

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 119 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”		PELEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

10.12. Uniones

10.12.1. Unión tensor con columna

A. Platina

Para este elemento estructural, se supone que se cuenta con la conexión de los tensores brindada por el fabricante, con una resistencia de diseño mayor o igual a la resistencia de diseño del cable, como el que se muestra en la siguiente imagen



Figura 45. Elemento de conexión de tensor a pletina

Por lo tanto se procede diseñando la pletina que vincula este elemento con la columna metálica, la cual se observa en la siguiente imagen:

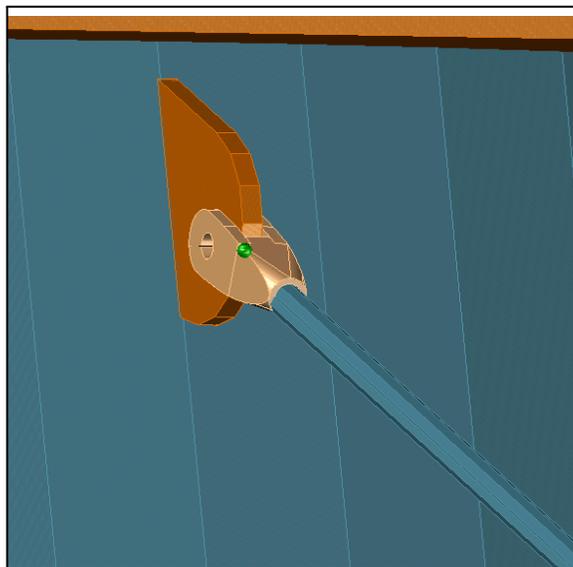


Figura 46. Platina de unión de columna con tensor.

En primer lugar se tiene en cuenta el valor de la tracción última del tensor, donde la misma es:

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 120 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

Solicitaciones Tensor	
Tracción requerida	756 kN

Luego se presentan los siguientes datos geométricos de la pletina y el bulón de conexión de alta resistencia:

Datos geométricos	
tf placa conectora	3,7 cm
Diámetro orientativo	41,01 mm
Diámetro del bulón adoptado	27 mm
Diámetro del agujero	30 mm
Diámetro de cálculo	32 mm
Área del bulón	5,73 cm ²
Longitud de pletina L	15,00 cm

Con ellos se elige la siguiente configuración de posiciones del bulón:

Distribución de los bulones en el alma			
Distancia	Mín./Máx.	Adoptado	Unidad
Separación máxima entre bulones	30	-	cm
Separación mínimo entre bulones	8,1		
Distancia máxima a los bordes	15	10 (lateral)	cm
Distancia mínima al borde	3	7,5 (sup. e inf.)	

Lo primero es verificar la resistencia al aplastamiento de la chapa en los agujeros.

Verificación del aplastamiento de la chapa en los agujeros
$RD_{4_2} = \phi \cdot R_n \quad \phi = 0.75$
Deformación permitida
$R_n = 1,5 L_c t F_u (10^{-1}) \leq 3,0 d t F_u (10^{-1})$

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

Pletina	
Datos	
Lc (Distancia libre)	8,5 cm
t (Espesor parte conectada)	3,7 cm
Fu (Resistencia a tracción)	370 MPa
d (Diámetro del bulón)	2,7 cm
N° bulones	1 -
Cálculos	
$1,5 L_c t F_u (10^{-1})$	1745 kN
$3,0 d t F_u (10^{-1})$	1109 kN
Resistencia de diseño	831,67 kN
Verifica que $R_d \geq R_r$	

Además de hacer una verificación de la pletina a tracción. donde los estados límites últimos que se tienen en cuenta son:

- ELU de Fluencia por tracción
- ELU de rotura por tracción

FLUENCIA DE LA SECCIÓN BRUTA	
Datos	
Fy	240 MPa
Ag	55,5 cm ²
φ	0,90
Cálculos	
$P_n = F_y A_g (10^{-1})$	1332 kN
Pu	756,00 kN
Pn	1332,00 kN
Rd	1198,80 kN

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024
Verifica Rd>Rr
ROTURA DE LA SECCIÓN EFECTIVA

Datos

Fu	370 MPa
Ag	55,5 cm2
An	55,5 cm2
U	0,8
Ae	44,4 cm2
φ	0,75

Cálculos

$$P_n = F_u A_e (10^{-1}) \quad 1642,8 \text{ kN}$$

Pu	756,00 kN
Pn	1642,80 kN
Rd	1232,10 kN

Verifica Rd>Rr

Por último se verifica el bloque de corte, que en este caso no hay área neta sometida a tracción debido a que existe un solo bulón y solo hay área sometida a corte.

VERIFICACIÓN DEL BLOQUE DE CORTE

$$R_n = (0,60 F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1} \leq (0,60 F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1}$$

Platina

Datos

Anv (Área neta a corte)	69 cm2
Ant (Área neta sometida a tracción)	0 cm2
Agv (Área bruta a corte)	74 cm2
φ	0,75
Fu	370 MPa

INTEGRANTES
DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

Fy	240 Mpa
U	1
Cálculos	
$R_n = (0,60 F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1}$	1531,911 kN
$(0,60 F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1}$	1065,6 kN
Resistencia nominal mínima	1065,60 kN
Resistencia de diseño	799,20 kN
Verifica que Rd>=Rr	

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024
B. Soldadura

En función de los datos de la platina se determinan la soldadura de filete en la unión pletina y columna como sigue, en primer lugar se termina el lado de la soldadura:

DIMENSIONES MÍNIMAS	
Espesor de pletina	18,5 mm
Lado min filete	6 mm
Lado máximo de filete	16,5 mm
Lado filete adoptado	10 mm

RESISTENCIA DEL ELECTRODO	
$R_n = F_{nw} A_{we} (\phi)^{-1}$	
siendo:	
F_{nBM}	la resistencia nominal del metal base, en MPa.
F_{nw}	la resistencia nominal del material del electrodo, en MPa.
A_{BM}	el área efectiva de la sección transversal del metal base, en cm ² .
A_{we}	el área efectiva de la soldadura, en cm ² .
ϕ	el factor de resistencia.
Los valores de ϕ , F_{nBM} y F_{nw} y sus respectivas limitaciones se dan en la Tabla J.2.5.	
Cálculo	
Lado filete adoptado	1 cm
Resistencia requerida	756,00 kN
Fexx (Resistencia electrodo)	480 Mpa
FnW	288 MPa
Awe_minima	61,9 cm2
Φ	0,6 -
Calculo longitud efectiva mínima de soldadura, cm	

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

$L = \frac{RR \times 10}{2 \times 0,6 \times 0,6 \times F_{EEX} \times d}$	
L efectiva mínima	30,94 cm
100*w	4,00 cm
Como $L < 100w$ $\beta=1 \Rightarrow Le=1*L$	
Finalmente se adoptan 2 cordones de cada lado de longitud igual a 15 cm + 2 cordones de 3,7 cm, sumando 37,5 cm de L.	
Longitud efectiva total	37,40 cm
Resistencia nominal	1523,28 kN
Resistencia de diseño	913,97 kN
Verifica que $R_d \geq R_r$	

10.12.2. Unión riostra superior con columna

Para este caso se considera una unión de la siguiente manera, una platina cerrando la cara del tubo circular, que está soldada a una platina perpendicular la cual es abulona a una chapa de espera que se encuentra previamente soldada en la columna.

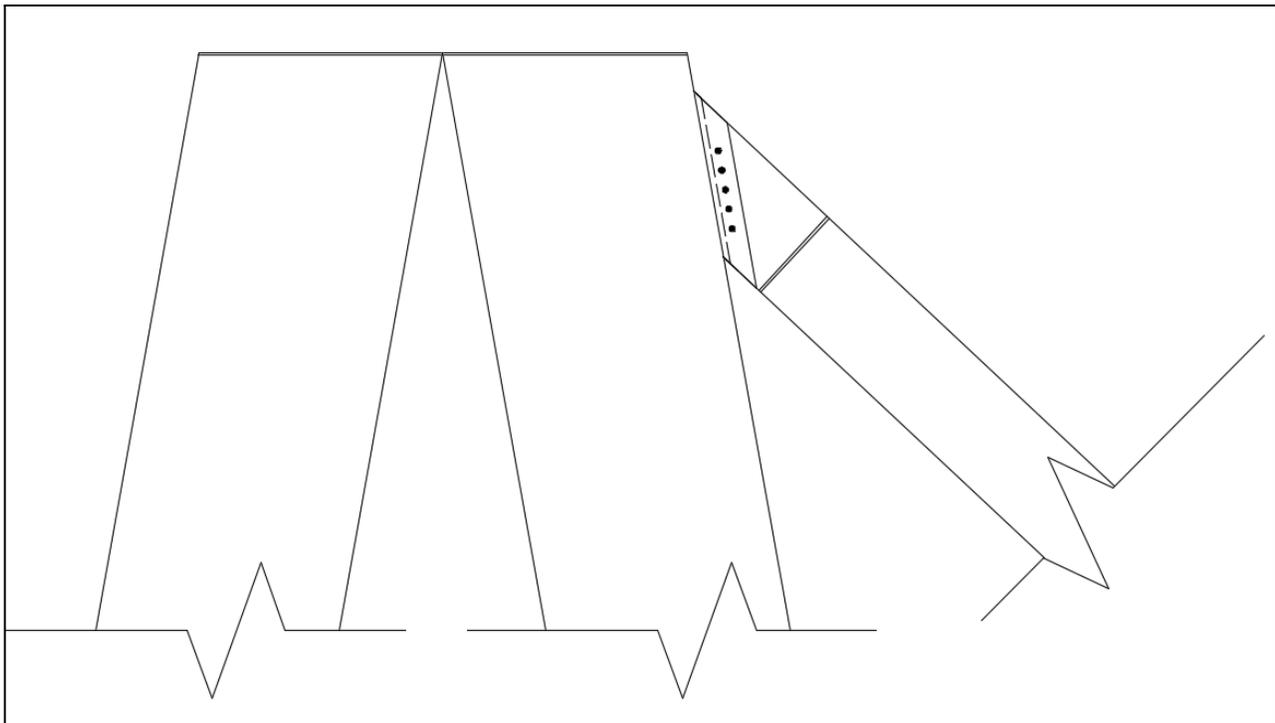


Figura 47. Esquema de la unión riostra - columna

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

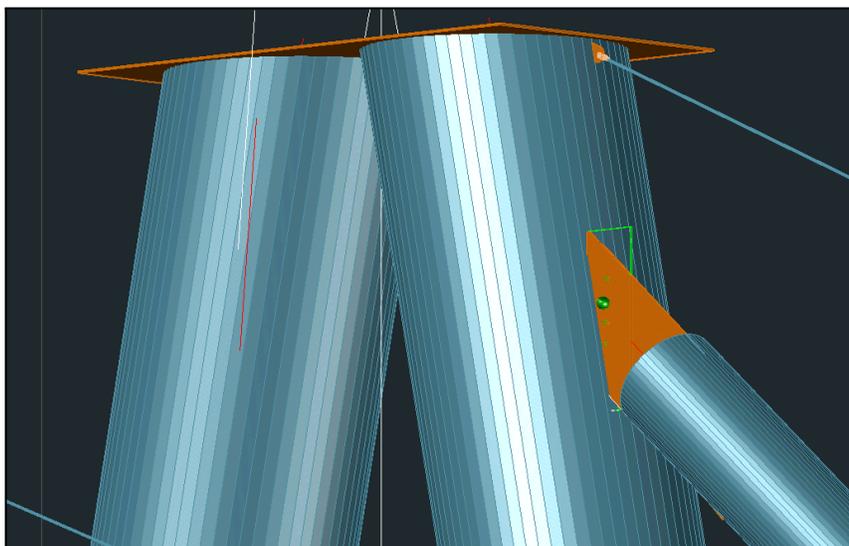


Figura 48. Esquema de la unión riostra - columna

Por lo tanto en primer lugar se determina la disposición y cantidad de bulones.

A. Bulones

DATOS	
tf placa conectora	1,6 cm
Diámetro orientativo	26,28 mm
Diámetro del bulón adoptado	28 mm
Diámetro del agujero	31 mm
Diámetro de cálculo	33 mm
Área del bulón	6,16 cm ²

Se consideran bulones A490 o ISO 10.9 con rosca excluida del plano de corte, donde sus propiedades son:

Propiedades material del bulón	
Fv	517 MPa
Fnt	778 MPa

Luego en función de la sollicitación última, proveniente de las combinaciones de cargas, se determina la cantidad de bulones necesarios con ese diámetro.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

RESISTENCIA AL CORTE DEL BULÓN	
$RD_{4,1} = \phi \cdot R_n = 0,75 \cdot m \cdot n \cdot F_v \cdot A_b \cdot 10^{-1}$	
Resistencia requerida	894,00 kN
Fv	517 MPa
N° planos de corte m	1 -
N° bulones necesarios	4 -
N° bulones adoptado	5 -
Resistencia de diseño	1193,79 kN
Verifica que $R_d \geq R_r$	

Con ello se elige una distribución de bulones tales que compla las separaciones mínimas y máximas establecidas por el reglamento, la misma se presenta en la siguiente imagen:

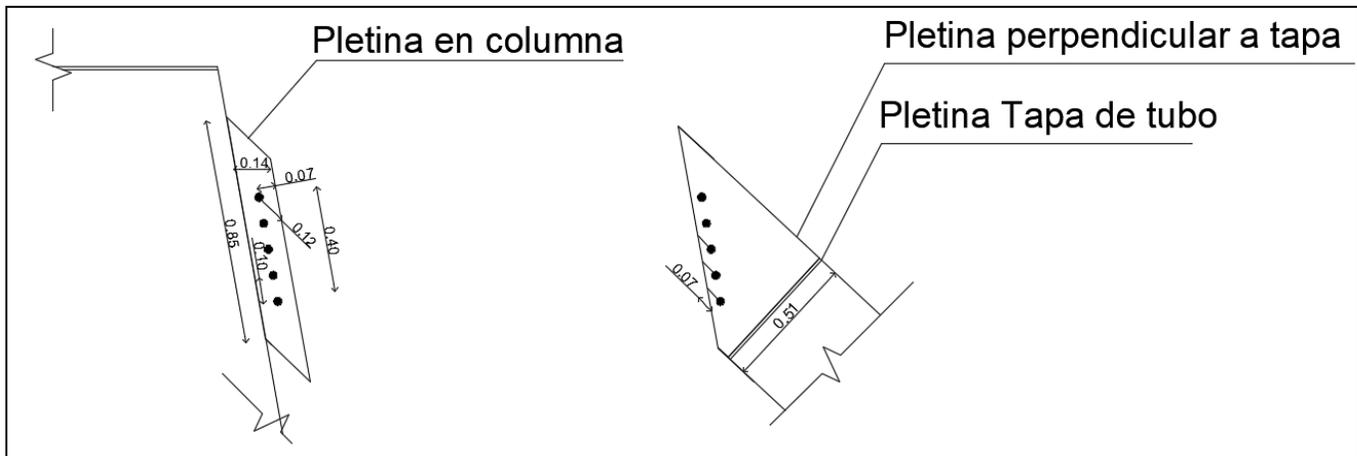


Figura 49. Nomenclatura platinas de unión

Con estas distancias lo primero que se verifica es la resistencia al aplastamiento de la unión, tanto para la pletina en columna como la perpendicular a la tapa del tubo.

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024
APLASTAMIENTO DE LA CHAPA EN LOS AGUJEROS

$$RD_{4_2} = \phi \cdot R_n \quad \phi = 0.75$$

Deformación permitida

$$R_n = 1,5 L_c t F_u (10^{-1}) \leq 3,0 d t F_u (10^{-1})$$

Platina en columna

Datos

Lc (Distancia libre)	10,45 cm
t (Espesor parte conectada)	1,6 cm
Fu (Resistencia a tracción)	370 MPa
d (Diámetro del bulón)	2,8 cm
N° bulones	5 -

Cálculos

$1,5 L_c t F_u (10^{-1})$	4640 kN
$3,0 d t F_u (10^{-1})$	2486 kN
Resistencia de diseño	1864,80 kN

Verifica que $R_d \geq R_r$
APLASTAMIENTO DE LA PLATINA EN COLUMNA

Datos

Lc (Distancia libre)	27,25 cm
t (Espesor parte conectada)	1,6 cm
Fu (Resistencia a tracción)	370 MPa
d (Diámetro del bulón)	2,8 cm

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

N° bulones	5 -
Cálculos	
$1,5 L_c t F_u (10^{-1})$	2420 kN
$3,0 d t F_u (10^{-1})$	2486 kN
Resistencia de diseño	2419,80 kN
Verifica que $R_d \geq R_r$	

Luego se realiza la verificación del bloque de corte para ambos elementos, en la siguiente imagen se observa el área traccionada y en corte para cada pletina:

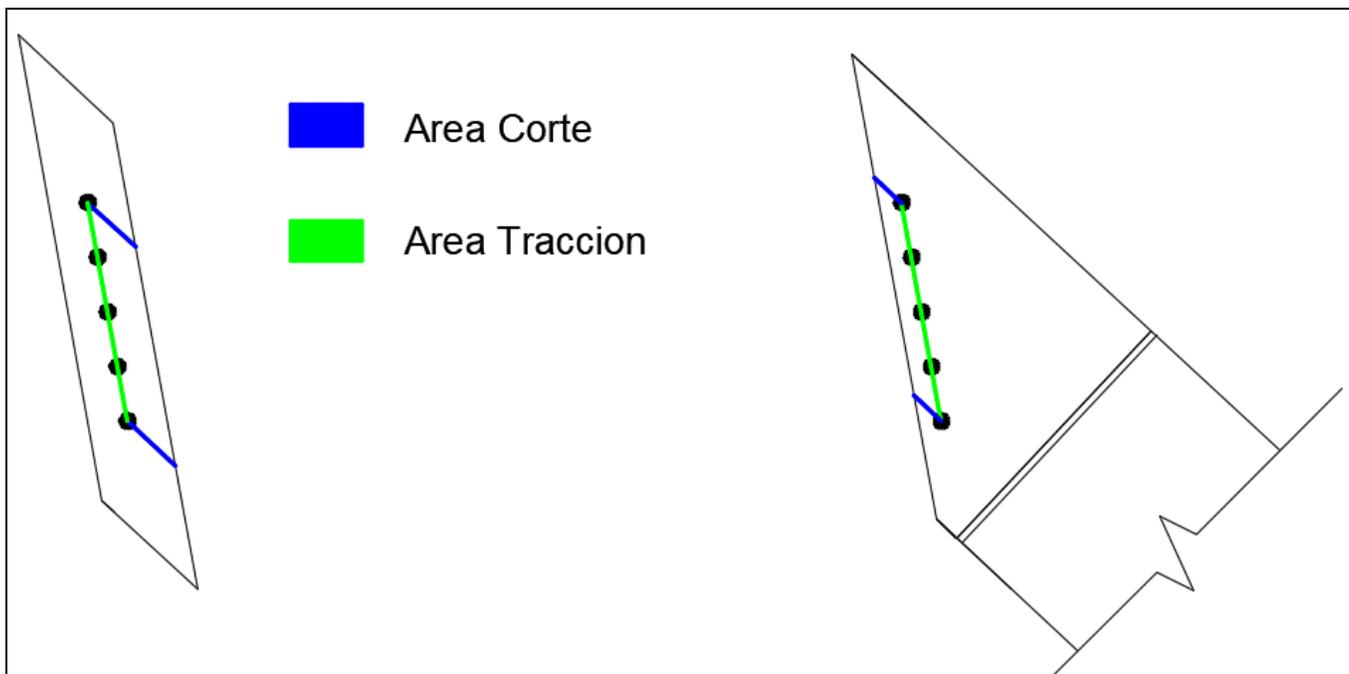


Figura 50. Área de corte y de tracción

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024
VERIFICACION DEL BLOQUE DE CORTE

$$R_n = (0,60 F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1} \leq (0,60 F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1}$$

Platina en tubo

Datos

Anv (Área neta a corte)	17,12 cm ²
Ant (Área neta sometida a tracción)	42,88 cm ²
Agv (Área bruta a corte)	22,4 cm ²
Φ	0,75 -
Fu	778 MPa
Fy	517 Mpa
U	1

Cálculos

$R_n = (0,60 F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1}$	4135,23 kN
$(0,60 F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1}$	4030,91 kN
Resistencia nominal mínima	4030,91 kN
Resistencia de diseño	3023,18 kN

Verifica que Rd >= Rr
PLATINA EN COLUMNA

Datos

Anv (Área neta a corte)	33,12 cm ²
Ant (Área neta sometida a tracción)	37,6 cm ²
Ag (Área bruta a corte)	38,4 cm ²
Φ	0,75 -
Fu	778 MPa
Fy	517 Mpa

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

U	1 -
Cálculos	
$R_n = (0,60 F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1}$	4471,32 kN
$(0,60 F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt})(10)^{-1}$	4116,45 kN
Resistencia nominal mínima	4116,45 kN
Resistencia de diseño	3087,34 kN
Verifica que Rd>=Rr	

Además se verifican las platinas a los esfuerzos de tracción y compresión como indica el reglamento para los elementos auxiliares de la unión. En primer lugar se muestra el procedimiento para la pletina soldada a la columna.

FLUENCIA DE LA SECCIÓN BRUTA	
Datos	
Fy	240 MPa
Ag	136 cm ²
Φ	0,90
Cálculos	
$P_n = F_y A_g (10^{-1})$	3264 kN
Pu	894,00 kN
Pn	3264,00 kN
Rd	2937,60 kN
Verifica Rd>Rr	

ROTURA DE LA SECCIÓN EFECTIVA	
Datos	
Fu	370 MPa
Ag	136 cm ²

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

An	136 cm ²
U	0,8
Ae	108,8 cm ²
φ	0,75
Cálculos	
$P_n = F_u A_e (10^{-1})$	4025,6 kN
Pu	894,00 kN
Pn	4025,60 kN
Rd	3019,20 kN
Verifica Rd>Rr	

Además se resuelve y verifica el estado de mayor fuerza de compresión:

ESTADOS LÍMITES DE COMPRESIÓN	
Datos	
Fy	240 MPa
Espesor de placa "t"	1,6 cm
Largo de placa	80 cm
Ag	128 cm ²
Longitud de placa	23 cm
φ	0,85
Cálculos	
Ix	68266,67 cm ⁴
Iy	27,31 cm ⁴
rx	23,09 cm
ry	0,46 cm
kL/r	49,80
ESTADO LÍMITE DE PANDEO FLEXIONAL	

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 133 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

$P_n = F_{cr} A_g \left(10^{-1} \right)$	
Datos	
Fy	240 MPa
Ag	128 cm ²
Cálculos	
$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \frac{kL}{r} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$	0,549
Fcr	211,55 MPa
Pu	960,00 cm²
Pd	2301,63 kN
Verifica Rd>Ru	

Con el mismo procedimiento se verifica la platina perpendicular a la tapa del tubo y en resumen se presenta la siguiente tabla mostrando las resistencias de diseño para cada estado límite.

RESUMEN RESISTENCIAS REQUERIDAS PLATINA TAPA DE TUBO	
Compresión última	960,00 kN
Tracción última	894,00 kN
Rd Fluencia de la sección bruta	1762,56 kN
Rd rotura de la sección efectiva	2415,36 kN
Rd Pandeo flexional	971,25 kN
Condición	Verifica Rd>Ru

B. Soldadura

En esta sección se diseñan las tres soldaduras de filete de los elementos correspondientes aplicando el mismo procedimiento de soldadura que previamente se adoptó para su cálculo en la pletina del elemento tensor, por lo tanto solo se presenta una tabla resumen de lo mismo.

VERIFICACION SOLDADURAS			
Soldadura	Platina tapa de tubo	Platina perpendicular a tapa	Platina de espera en columna
Lado filete adoptado [mm]	6	8	8

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

Resistencia requerida [kN]	960,00	960,00	960,00
F _{exx} (Resistencia electrodo) [MPa]	480	480	480
F _{nW} [MPa]	288	288	288
Φ	0,6	0,6	0,6
Long. efec. min. soldadura [cm]			
$L = \frac{RR \times 10}{2 \times 0,6 \times 0,6 \times F_{EXX} \times d}$	65,47	49,10	49,10
Longitud de soldadura adoptada [cm]	100	70,00	70,00
β	0,87	1	1
Longitud efectiva [cm]	86,67	70,00	70,00
Resistencia nominal [kN]	2117,93	2280,84	2280,84
Resistencia de diseño [kN]	1270,76	1368,51	1368,51
Condición	Verifica que Rd>=Rr	Verifica que Rd>=Rr	Verifica que Rd>=Rr

Como observaciones se aclaran las siguientes consideraciones para cada uno de los elementos.

A) Platina de columna:

Se adoptan 2 cordones de cada lado de longitud igual a 35 cm, sumando 70 cm de longitud de soldadura.

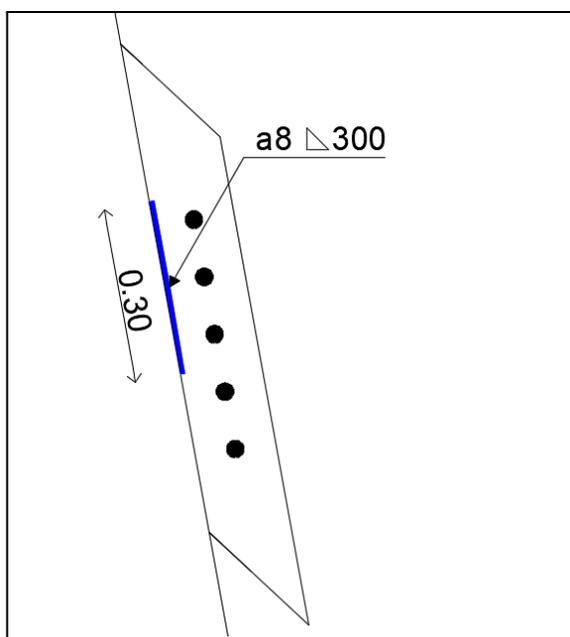


Figura 51. Soldadura de platina en columna

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

B) Platina perpendicular a tubo

Se adoptan 2 cordones de cada lado de longitud igual a 35 cm, sumando 70 cm de L.

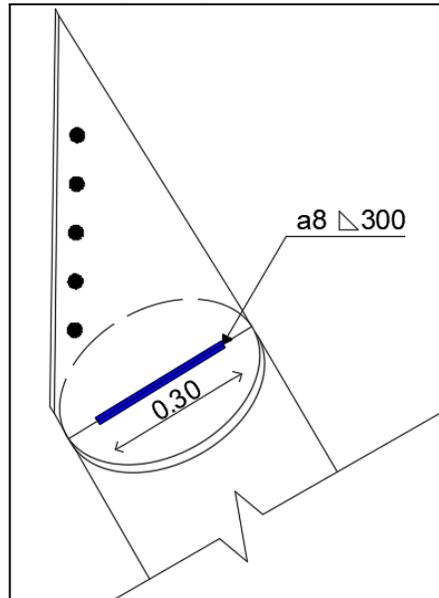


Figura 52. Soldadura de platina perpendicular a tubo

C) Platina tapa de tubo.

Se adoptan 4 cordones de longitud igual a 25 cm, separados cada 20 cm, sumando 100 cm de longitud de soldadura.

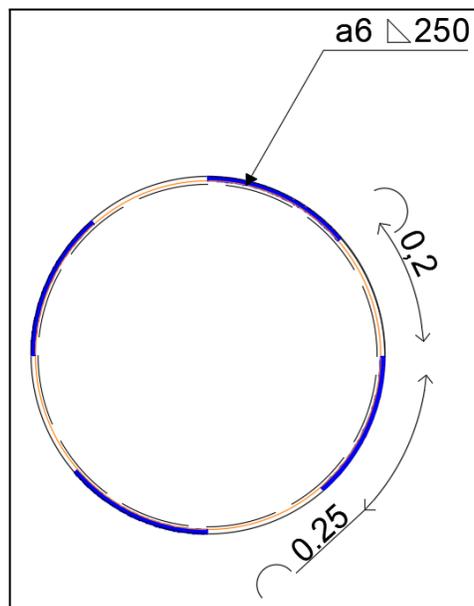


Figura 53. Soldadura de platina tapa de tubo

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

10.13. Control de deformaciones

En función de las combinaciones de cargas de servicio, previamente definidas se extraen las deformaciones en el anillo central. Con ellas se verifican las condiciones de flecha máxima en función de la luz de los elementos predispuestos por el reglamento.

A continuación se presentan imágenes mostrando las deformadas de la estructura tanto para las cargas de succión, como para cargas gravitatorias.

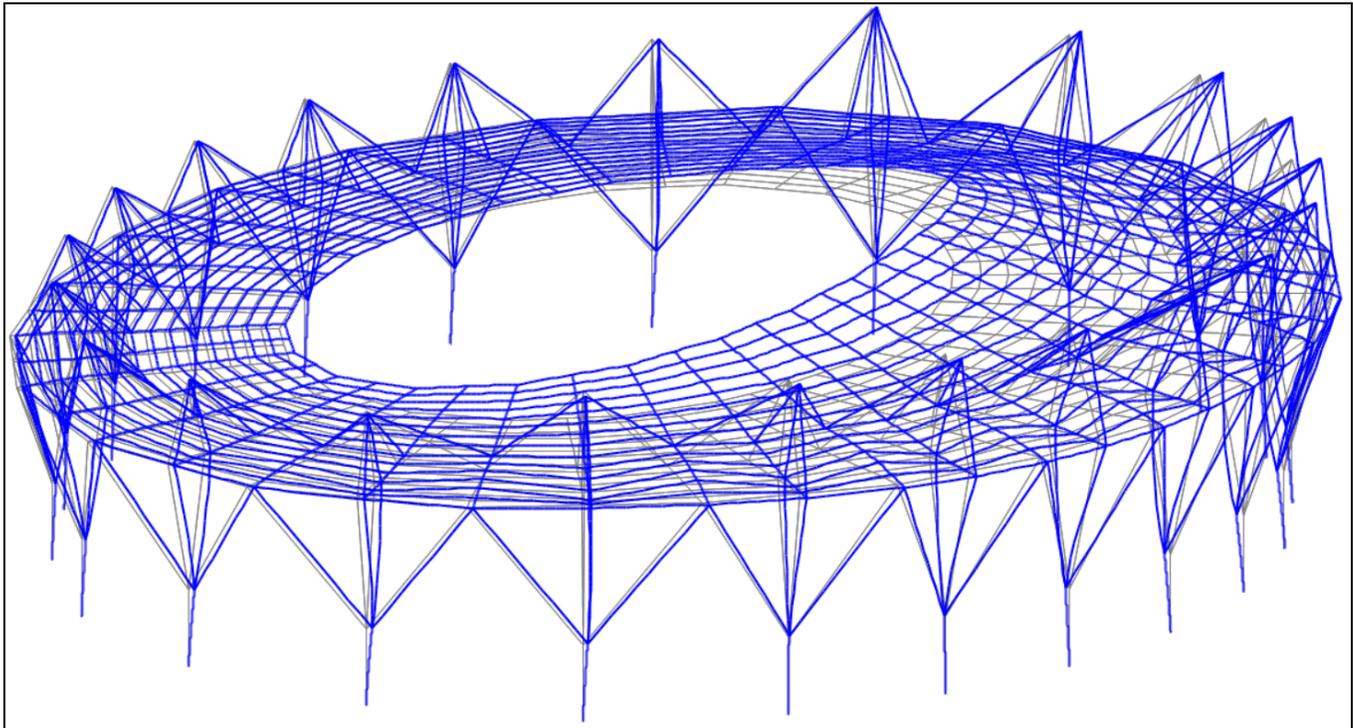


Figura 54. Deformada para cargas de succión

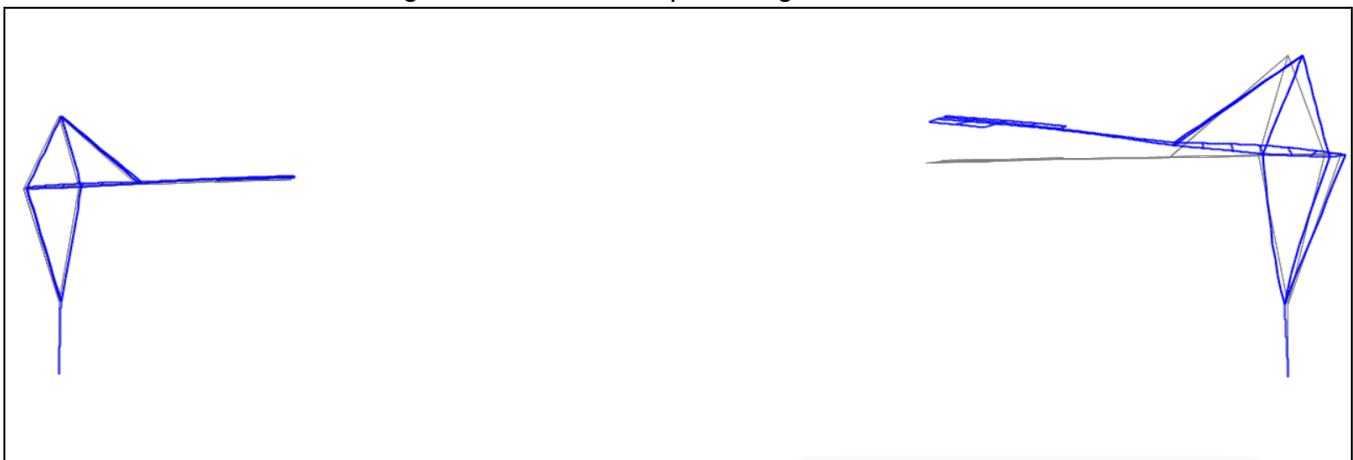


Figura 55. Deformada línea estructural para succión

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

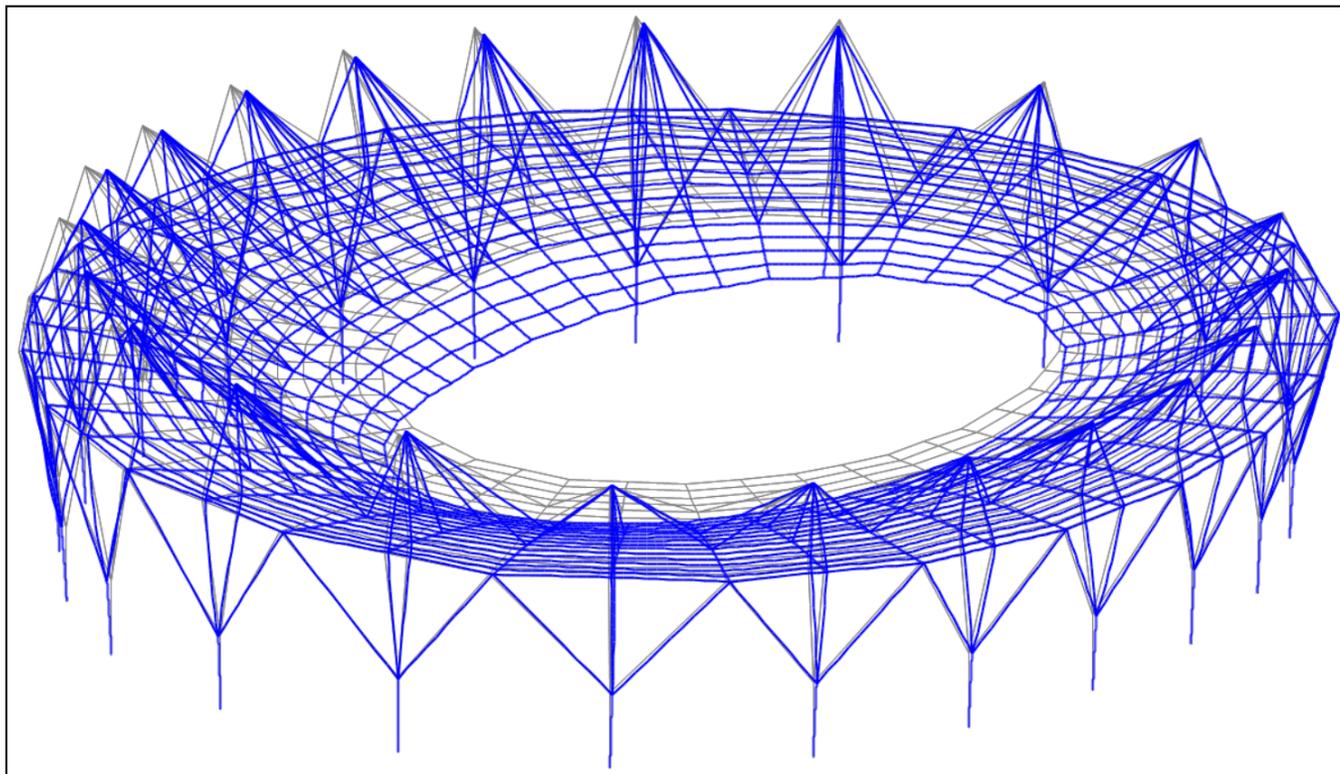


Figura 56. Deformada para cargas gravitatorias



Figura 57. Deformada línea estructural para cargas gravitatorias

Según el reglamento, la deformación máxima para esta estructura debe ser menor que $L/200$.

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

PARA OTROS EDIFICIOS				
Deformaciones verticales	Cubiertas y techos en general	L/200	Sobrecarga Útil	L/250
	Cubiertas y techos con carga frecuente de personas (no mantenimiento)	L/250	Sobrecarga Útil	L/300
	Pisos en general	L/250	Sobrecarga Útil	L/300
	Miembros de pisos o techos que soporten elementos y revestimientos susceptibles de fisuración	L/300	Sobrecarga Útil	L/350
	Pisos que soporten columnas	L/400	Sobrecarga Útil	L/500
	Donde la deformación puede afectar el aspecto	L/250		

Tabla L.3.1. Valores límites para deformaciones y desplazamientos laterales del CIRSOC 301

Se extraen del software las tablas de desplazamiento para los nudos del anillo interno de la estructura, y con ello se verifican las deformaciones de las vigas reticuladas, tanto para cargas gravitatorias y de succión. Dichas tablas de desplazamientos nodales se presenta a continuación:

DEFORMACIONES VERTICALES VIGA RETICULADA		
Nudo	Cargas gravitatorias D+L [m]	Cargas gravitatorias D+W [m]
23	-0,10	0,00
31	-0,11	0,01
46	-0,10	0,00
47	-0,10	0,00
48	-0,10	0,00
49	-0,10	0,00
50	-0,10	0,00
51	-0,28	0,07
55	-0,11	0,00
56	-0,11	0,00
60	-0,12	0,01
61	-0,13	0,01
67	-0,14	0,01
68	-0,15	0,01
74	-0,16	0,02
75	-0,18	0,02
81	-0,19	0,03
82	-0,22	0,04
88	-0,22	0,04
89	-0,24	0,05
91	-0,13	0,01
92	-0,24	0,05
93	-0,27	0,06
94	-0,11	0,00
95	-0,12	0,01

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

98	-0,27	0,06
99	-0,29	0,07
101	-0,14	0,01
102	-0,31	0,08
103	-0,29	0,07
104	-0,31	0,08
105	-0,17	0,02
106	-0,20	0,03
107	-0,31	0,08
141	-0,23	0,05
143	-0,26	0,06
146	-0,23	0,05
152	-0,21	0,04
155	-0,18	0,03
157	-0,30	0,08
160	-0,15	0,02
164	-0,31	0,08
188	-0,26	0,06
195	-0,29	0,07

Por último se realiza una verificación, en donde se considera dos casos la viga de mayor y menor longitud, tal cual se muestra en la siguiente tabla resumen:

VERIFICACIÓN DE DEFORMACIONES VERTICALES		
Clasificación	Viga mayor	Viga menor
Longitud de viga [m]	63,0	42,1
Flecha adm. L/200 [cm]	31,5	21,0
Max. desplazamiento D+W [cm]	7,9	0,3
Max. desplazamiento D+L [cm]	31,3	9,9
Condición	VERIFICA	VERIFICA

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

11. Diseño de sistema de desagüe pluvial

11.1. Hipótesis de cálculo

La cubierta sobre el que se ha realizado el presente estudio hidrológico tiene una superficie según mensura de 26710 m^2 , donde esa agua de la cubierta se recolecta mediante un sistemas de canaletas en anillo interno y externo de la cubierta, como se indica en la siguiente figura:

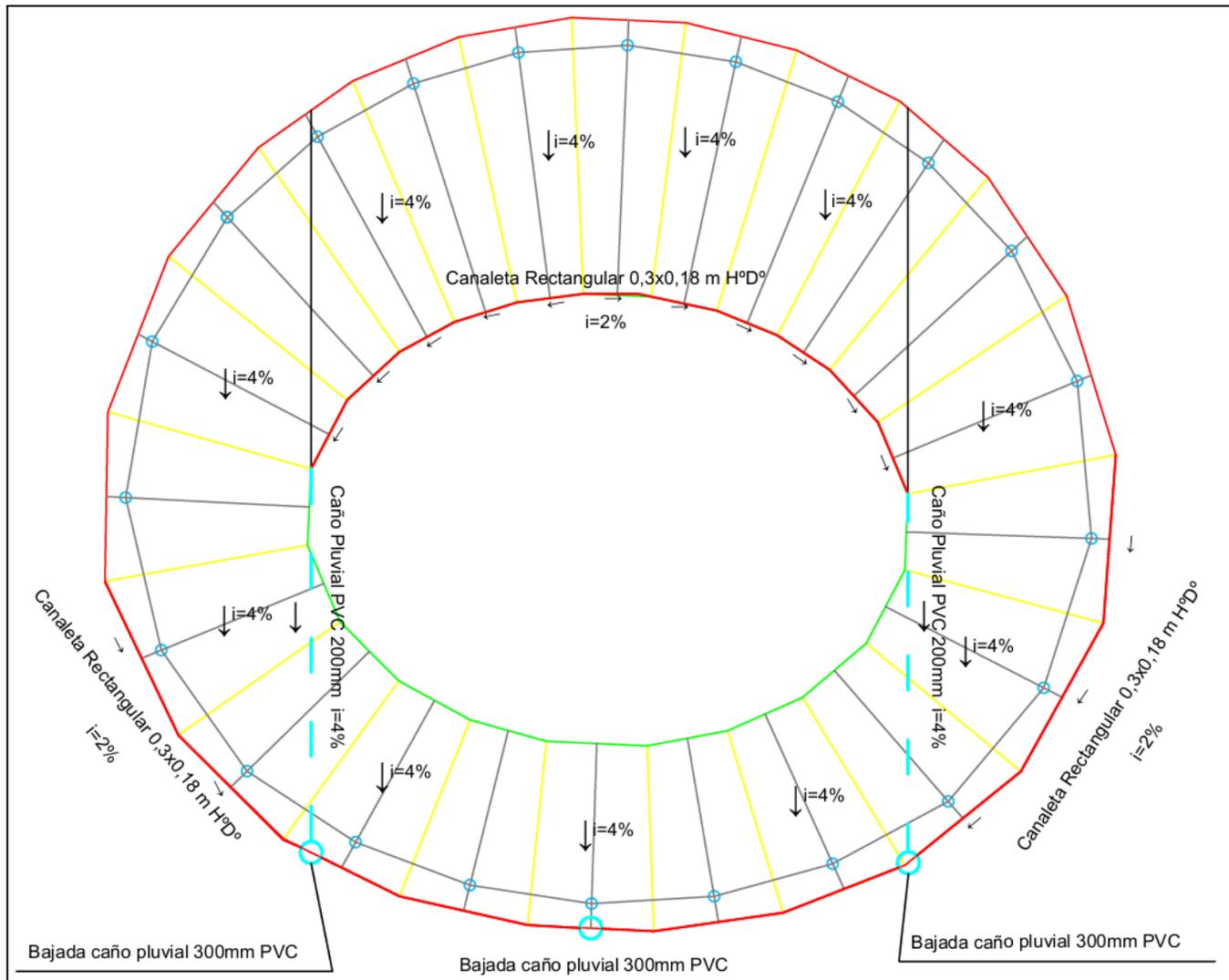


Figura 58. Esquema del sistema de desagüe pluvial de la cubierta del estadio

11.2. Dimensionado de canaletas y caños pluviales

Inicialmente para el diseño del sistema de desagüe pluvial se realiza un estudio hidrológico de la cuenca utilizando el método racional. Para ellos se emplean coeficientes de escorrentía para distintos

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”
**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
 SILVESTRE, Kevin - 13904
 TOBARES, Isaías - 13618**
2024

tipos de superficies y distintos tiempos de retorno, obtenidos del libro Ven Te Chow. A continuación, se transcriben algunos de los valores que serán usados en el cálculo posterior.

Tabla Coeficientes “C”

Característica de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
<i>Condición pobre</i> (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio</i> (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena</i> (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58

En este caso, al no aparecer el material de la cubierta, que es Chapa MegaCold de Friolatina, se asume que el coeficiente de escorrentía será el caso más desfavorable, incluyo mayor que el de asfalto que es 0,86, por lo que consideraremos un coeficiente de escorrentía de valor igual a 1 para un tiempo de recurrencia de 25 años.

Se utilizará como precipitación la Tormenta de Proyecto de Mendoza, desarrollada por el INA CRA (marzo 2008). Para el cálculo de la intensidad se han desarrollado ecuaciones para determinar con exactitud los valores de intensidad en base al tiempo de concentración de cada cuenca. Las ecuaciones y sus coeficientes de correlación son:

Relación IDF ajustada

$$I_{D,T_R} = \frac{\omega(T_R)}{(D+0.268)^{0.883}}$$

I_{D,T_R} = Intensidad (mm/h); D = Duración (h)

T_R (años)	2	5	10	25	50	100	200
$\omega(T_R)$	36.049	53.303	64.727	79.161	89.869	100.498	111.088

		INTEGRANTES	Página N° 142 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES		PELLEGRINI , Gabriel - 13762 SILVESTRE , Kevin - 13904 TOBARES , Isaías - 13618	2024
Trabajo Práctico Integrador: “Cubierta Estadio Malvinas Argentinas”			

En este caso, se considera un tiempo de recurrencia de 25 años, por lo que el coeficiente $w = 79.161$. En lo que respecta al tiempo de concentración, se considerará una tormenta de diseño en Mendoza de 1 hora, ya que son tormentas del tipo convectivas, con una duración entre 45 min y 1,2 horas.

Para el dimensionado de las canaletas se utiliza el FlowMaster que realiza las sucesivas iteraciones hasta conseguir la sección requerida para el caudal de diseño. Se coloca como incógnita el caudal para la canaleta superior, ya que iteramos las dimensiones de la canaleta hasta obtener el caudal de diseño, obtenido anteriormente del análisis hidrológico. En el programa se ingresa la pendiente, que transversalmente es del 2%, la rugosidad absoluta del material que es $2,6 \cdot 10^{-4}$ m y la viscosidad cinemática del agua que es $1,1 \cdot 10^{-5}$. Obteniendo una sección para las canaletas de 0,26m x 0,15 m.

Area [m2]	Tiempo de concentracion [h]	Tr	w	Intensidad [mm/h]	Q=C*I*A [m3/s]
4534	1,00	25	79,161	64	0,081

Roughness Height:	<input type="text" value="2,600e-004"/>	m	Flow Area:	<input type="text" value="0,04"/>	m ²
Channel Slope:	<input type="text" value="2,00000"/>	%	Wetted Perimeter:	<input type="text" value="0,56"/>	m
Normal Depth:	<input type="text" value="0,15"/>	m	Hydraulic Radius:	<input type="text" value="0,07"/>	m
Bottom Width:	<input type="text" value="0,26"/>	m	Top Width:	<input type="text" value="0,26"/>	m
Discharge:	<input type="text" value="0,08"/>	m ³ /s	Critical Depth:	<input type="text" value="0,22"/>	m
Kinematic Viscosity:	<input type="text" value="1,15e-005"/>	m ² /s	Critical Slope:	<input type="text" value="0,00821"/>	m/m
			Velocity:	<input type="text" value="2,12"/>	m/s
			Velocity Head:	<input type="text" value="0,23"/>	m
			Specific Energy:	<input type="text" value="0,38"/>	m
			Froude Number:	<input type="text" value="1,75"/>	
			Flow Type:	<input type="text" value="Supercritical"/>	
			Friction Factor:	<input type="text" value="0,0243"/>	
			Reynolds Number:	<input type="text" value="5,15e+004"/>	

 Calculation Successful.

Figura 59. Interfaz del FlowMaster para dimensionado de canaletas

Luego, se dimensiona el caño colector, con una pendiente del 4%, como sección parcialmente llena, colocando la rugosidad absoluta de un caño de PVC $5 \cdot 10^{-5}$. Obteniendo una sección con un diámetro de 200 mm.

 UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO	 FACULTAD DE INGENIERÍA	INTEGRANTES	Página N° 143 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"			

Area [m2]	Tiempo de concentracion [h]	Tr	w	Intensidad [mm/h]	Q=C*I*A [m3/s]
5808	1,00	25	79,161	64	0,104

Roughness Height:	<input type="text" value="5,000e-005"/>	m	Flow Area:	<input type="text" value="0,03"/>	m ²
Channel Slope:	<input type="text" value="4,00000"/>	%	Wetted Perimeter:	<input type="text" value="0,43"/>	m
Normal Depth:	<input type="text" value="0,16"/>	m	Hydraulic Radius:	<input type="text" value="0,06"/>	m
Diameter:	<input type="text" value="200,00"/>	mm	Top Width:	<input type="text" value="0,16"/>	m
Discharge:	<input type="text" value="0,08"/>	m ³ /s	Critical Depth:	<input type="text" value="0,20"/>	m
Kinematic Viscosity:	<input type="text" value="1,15e-005"/>	m ² /s	Percent Full:	<input type="text" value="78,4"/>	%
			Critical Slope:	<input type="text" value="0,03399"/>	m/m
			Velocity:	<input type="text" value="3,03"/>	m/s
			Velocity Head:	<input type="text" value="0,47"/>	m
			Specific Energy:	<input type="text" value="0,62"/>	m
			Froude Number:	<input type="text" value="2,41"/>	
			Maximum Discharge:	<input type="text" value="0,09"/>	m ³ /s
			Discharge Full:	<input type="text" value="0,08"/>	m ³ /s
			Slope Full:	<input type="text" value="0,03714"/>	m/m
			Flow Type:	<input type="text" value="SuperCritical"/>	
			Friction Factor:	<input type="text" value="0,0208"/>	
			Reynolds Number:	<input type="text" value="6,40e+004"/>	

 Calculation Successful.

Figura 60. Interfaz del FlowMaster para dimensionado de caño colector

De forma análoga, se dimensiona la canaleta inferior, resultando una sección de 0,3m x 0,15 m, y luego el caño pluvial vertical para un caudal de diseño de $Q = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$, obteniendo una sección con un diámetro de 300 m.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

Roughness Height:	<input type="text" value="2,600e-004"/>	<input type="text" value="..."/>	m	Flow Area:	<input type="text" value="0,04"/>	m ²
Channel Slope:	<input type="text" value="2,00000"/>	%		Wetted Perimeter:	<input type="text" value="0,60"/>	m
Normal Depth:	<input type="text" value="0,15"/>	m		Hydraulic Radius:	<input type="text" value="0,07"/>	m
Bottom Width:	<input type="text" value="0,30"/>	m		Top Width:	<input type="text" value="0,30"/>	m
Discharge:	<input type="text" value="0,10"/>	m ³ /s		Critical Depth:	<input type="text" value="0,22"/>	m
Kinematic Viscosity:	<input type="text" value="1,15e-005"/>	m ² /s		Critical Slope:	<input type="text" value="0,00749"/>	m/m
				Velocity:	<input type="text" value="2,23"/>	m/s
				Velocity Head:	<input type="text" value="0,25"/>	m
				Specific Energy:	<input type="text" value="0,40"/>	m
				Froude Number:	<input type="text" value="1,83"/>	
				Flow Type:	<input type="text" value="Supercritical"/>	
				Friction Factor:	<input type="text" value="0,0238"/>	
				Reynolds Number:	<input type="text" value="5,80e+004"/>	

Figura 61. Tabla dimensionado sección canaleta inferior en FlowMaster

Roughness Height:	<input type="text" value="5,000e-005"/>	<input type="text" value="..."/>	m	Flow Area:	<input type="text" value="0,03"/>	m ²
Channel Slope:	<input type="text" value="4,00000"/>	%		Wetted Perimeter:	<input type="text" value="0,44"/>	m
Normal Depth:	<input type="text" value="133,06"/>	mm		Hydraulic Radius:	<input type="text" value="69,23"/>	mm
Diameter:	<input type="text" value="300,00"/>	mm		Top Width:	<input type="text" value="0,30"/>	m
Discharge:	<input type="text" value="0,10"/>	m ³ /s		Critical Depth:	<input type="text" value="0,25"/>	m
Kinematic Viscosity:	<input type="text" value="1,15e-005"/>	m ² /s		Percent Full:	<input type="text" value="44,4"/>	%
				Critical Slope:	<input type="text" value="0,00780"/>	m/m
				Velocity:	<input type="text" value="3,30"/>	m/s
				Velocity Head:	<input type="text" value="0,56"/>	m
				Specific Energy:	<input type="text" value="0,69"/>	m
				Froude Number:	<input type="text" value="3,31"/>	
				Maximum Discharge:	<input type="text" value="0,27"/>	m ³ /s
				Discharge Full:	<input type="text" value="0,25"/>	m ³ /s
				Slope Full:	<input type="text" value="0,00782"/>	m/m
				Flow Type:	<input type="text" value="SuperCritical"/>	
				Friction Factor:	<input type="text" value="0,0199"/>	
				Reynolds Number:	<input type="text" value="7,95e+004"/>	

Figura 62. Tabla dimensionado caño pluvial vertical en FlowMaster

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618**

2024

11.3. Planos de desagüe pluvial

Media canaleta superior recolecta el agua de la zona en color verde, la cual para el dimensionado se consideró un área de $4545 m^2$. Luego el agua es recolectada por un caño pluvial colector que va directamente a la bajada pluvial.

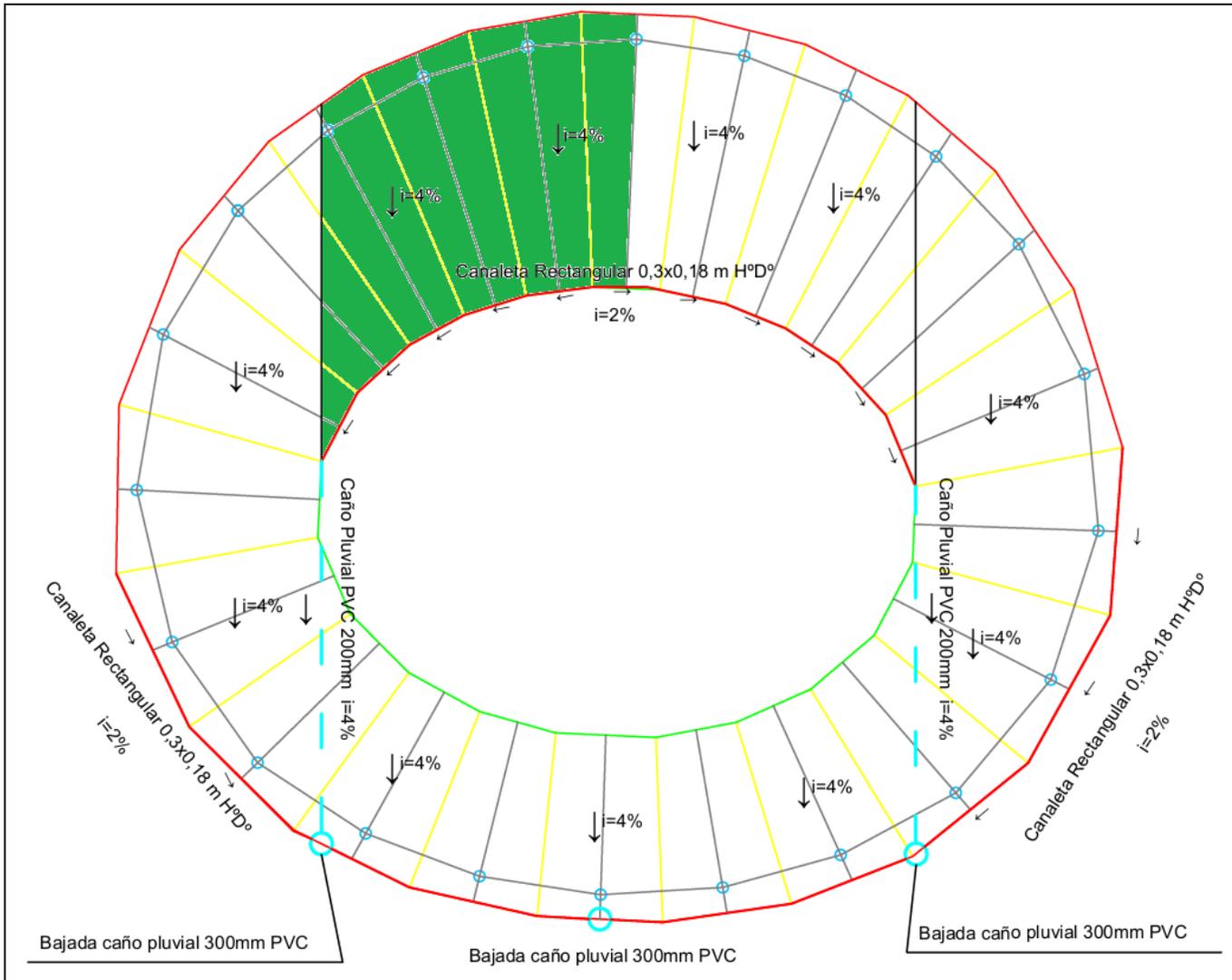


Figura 63. Planos del sistema de desagüe pluvial - Zona 1

Luego para la parte izquierda cuya área es de $5808 m^2$, el agua es recolectada por la canaleta inferior y llevada a la bajada pluvial izquierda. De forma análoga para la parte de la canaleta inferior derecha.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

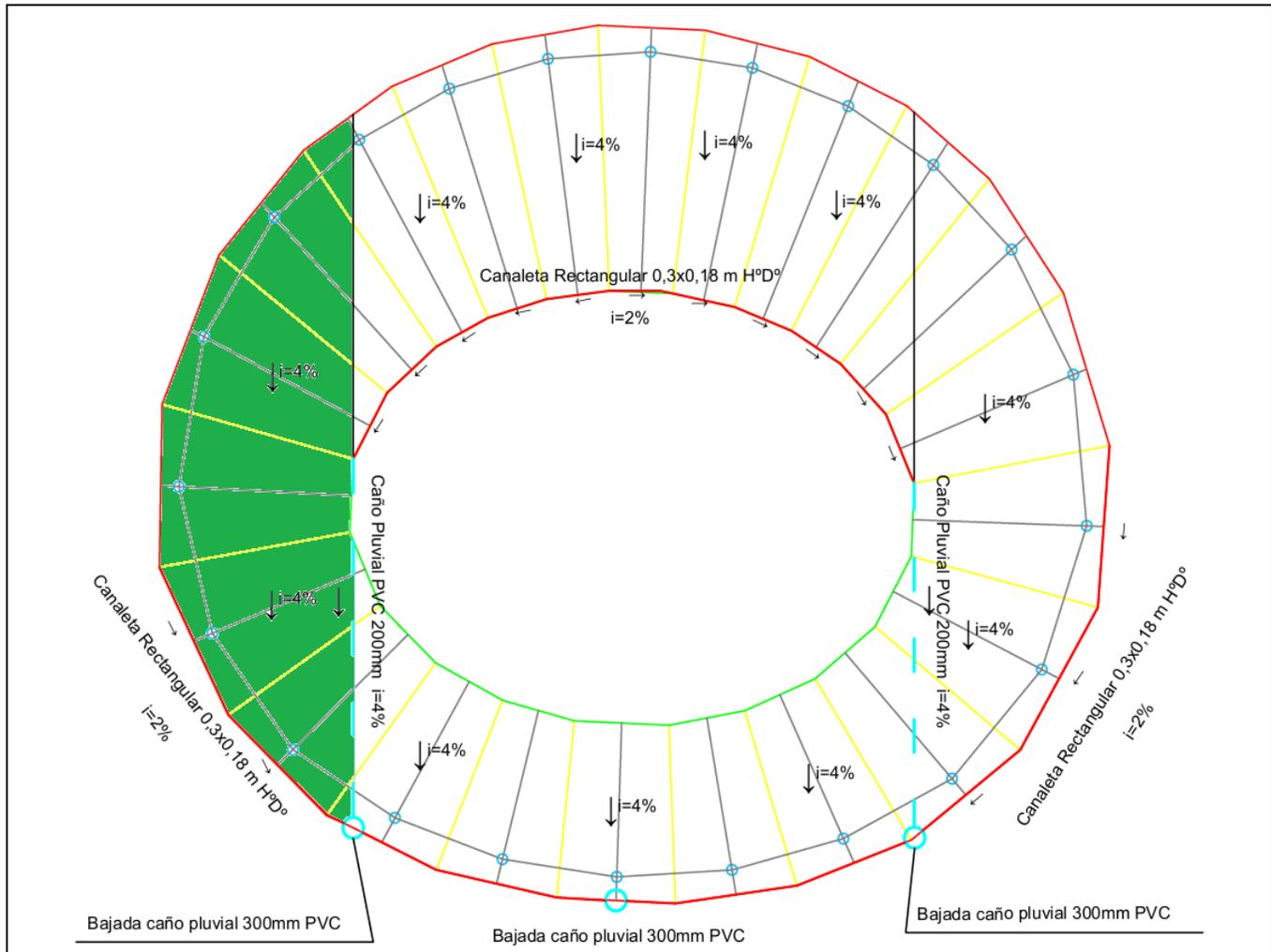


Figura 64. Planos del sistema de desagüe pluvial - Zona 2

Finalmente para la última zona, se utilizara la misma dimensión de la canaleta, obtenida anteriormente.

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

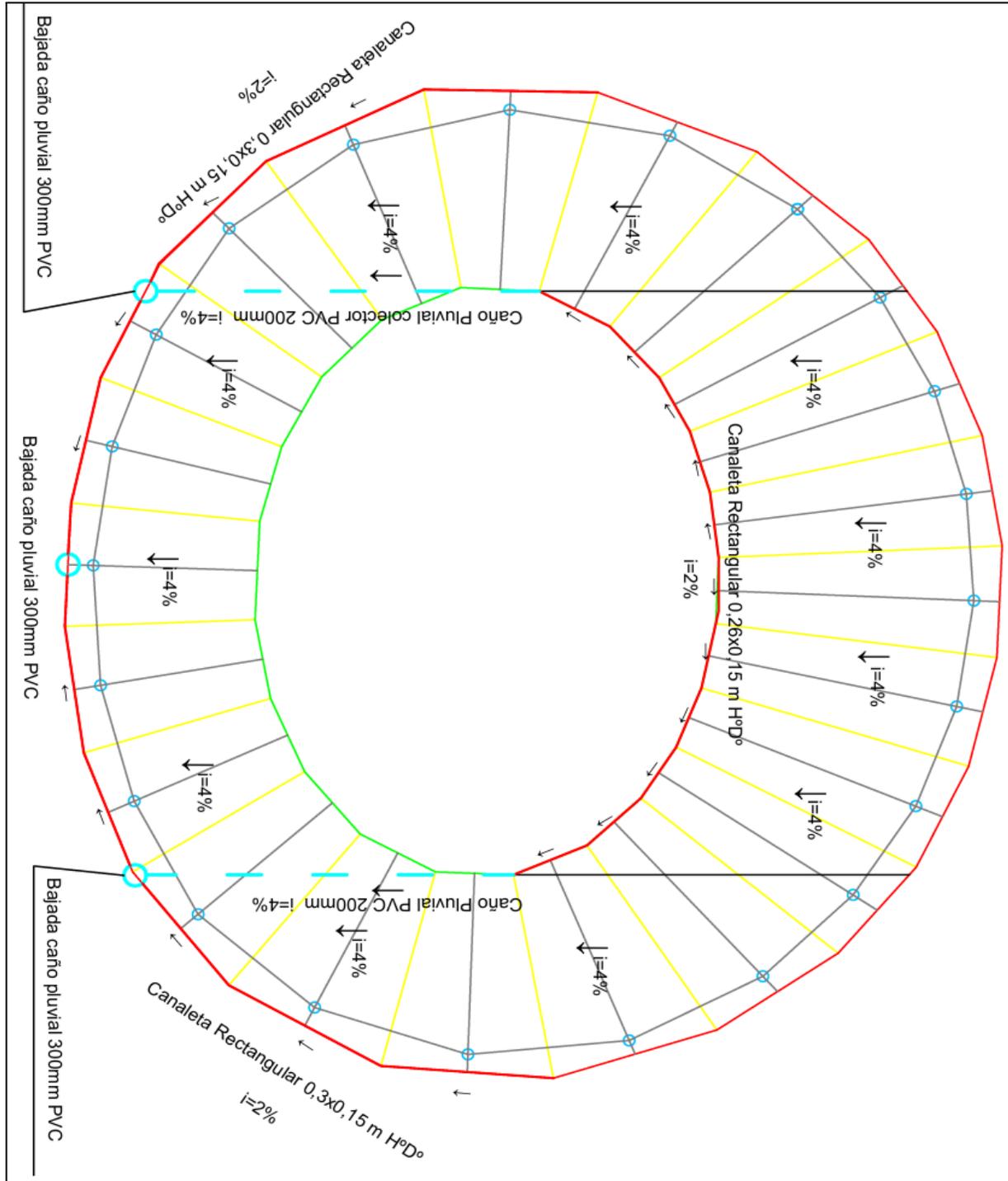


Figura 65. Planos del sistema de desagüe pluvial

DISEÑO ESTRUCTURALES
Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"
**PELEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618**
2024

12. Cómputo y presupuesto

En la siguiente tabla podemos ver los cómputos de los materiales de obra, los precios unitarios y los costos totales de los mismos:

COSTOS DE OBRA							
Elemento	Precio unitario		Cómputo		Precio material	Precio mano de obra	Precio total
	Precio	Unidad	Cantidad	Unidad			
Chapa Megacold EPS e = 60 mm	60,44	US\$/m ²	26.710	m ²	US\$1.614.342	US\$3.228.683	US\$4.843.025
Correas de techo	1,8	US\$/kg	8.530	m	US\$15.353	US\$30.706	US\$46.060
Pefiles W18x77 - W16x57 - W14x38							
Anillo reticulado interno	1,8	US\$/kg	160.131	kg	US\$352.835	US\$705.671	US\$1.058.506
Tubos circulares							
Anillo reticulado externo	1,8	US\$/kg	202.146	kg	US\$363.863	US\$727.727	US\$1.091.590
Tubos circulares							
Vigas reticuladas	1,8	US\$/kg	196.020	kg	US\$352.835	US\$705.671	US\$1.058.506
Tubos circulares							
Tensores de acero	28,33	US\$/kg	2.318	m	US\$65.670	US\$131.340	US\$197.009
Cable de 6 cordones IPH $\Phi = 50,8$ mm							
Riostras superiores de cubierta	1,8	US\$/kg	246.713	kg	US\$444.084	US\$888.168	US\$1.332.252
Tubo sección circular 558,8 x 12,7							
Riostras laterales	1,8	US\$/kg	192.580	kg	US\$346.645	US\$693.289	US\$1.039.934
Riostras laterales 508,2 x 12,7							
Columnas	1,8	US\$/kg	1.008.694	kg	US\$1.815.649	US\$3.631.299	US\$5.446.948
Tubo sección circular 1219,2 x 19,05							
Vigas de vinculación	1,8	US\$/kg	88.549	kg	US\$159.388	US\$318.776	US\$478.164
Perfil W W40x174							
Fundaciones	250	\$/m ³	440	m ³	US\$110.066	US\$220.131	US\$330.197
Pilotes de hormigón armado $\Phi = 1,4$ m							
Bulones A490 - ISO 10.9	3	US\$/bulon	528	unidades	US\$1.584	US\$3.168	US\$4.752
Horquillas para tensores	100	US\$/horquilla	132	unidades	US\$13.200	US\$26.400	US\$39.600
Canaletas desague pluvial de hierro dúctil	43,65	US\$/m	543,6	m	US\$23.728	US\$47.456	US\$71.184
Bajadas pluviales	43,86	US\$/m	60,6	m	US\$2.658	US\$5.316	US\$7.974
Tubos de PVC $\Phi = 300$ mm							
Caños colectores	9,4	US\$/m	163	m	US\$1.532	US\$3.064	US\$4.597
Tubos de PVC $\Phi = 200$ mm							

		INTEGRANTES	Página N° 149 de 156
DISEÑO ESTRUCTURALES Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"		PELLEGRINI, Gabriel - 13762 SILVESTRE, Kevin - 13904 TOBARES, Isaías - 13618	2024

En la siguiente tabla podemos ver el presupuesto de la obra, conformado por el costo de obra más la reserva de gestión:

PRESUPUESTO	
Costo total obra	US\$17.229.138
Reserva de administración	US\$1.722.914
Presupuesto oficial	US\$18.952.052

Los honorarios para cada uno de los participantes de este proyecto se han considerado como un 10 % del presupuesto del proyecto:

HONORARIOS PROFESIONALES	
10% Presupuesto oficial	US\$189.520.523

A continuación se presentan, sólo a modo de aportar un parámetro comparativo, índices que indican los kilos de acero por metro cuadrado y el costo por metro cuadrado para la construcción del proyecto:

ÍNDICES	
kg total	2.102.484
kg/m2	78,71575095
USD\$/m2	US\$710

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

13. Detalles

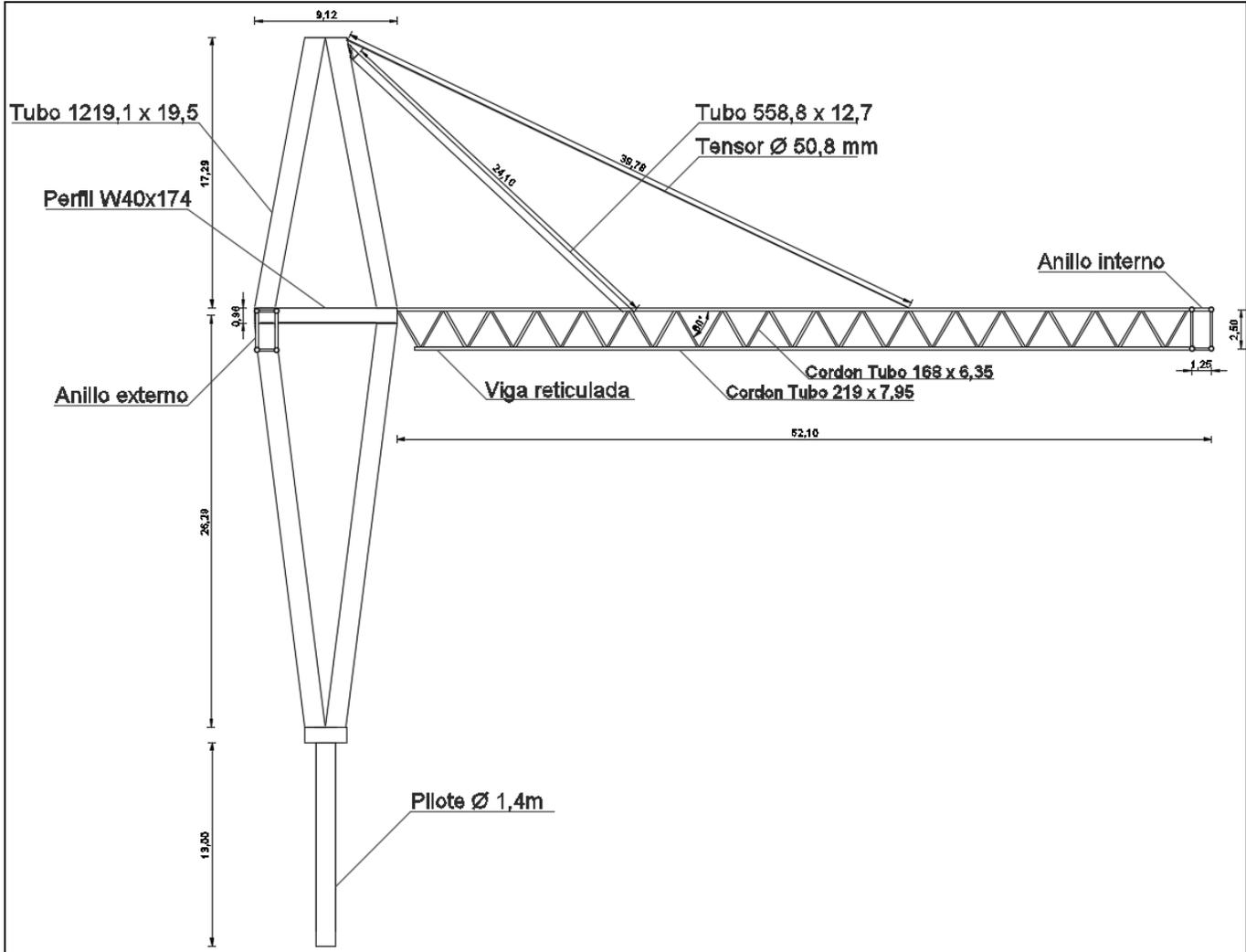


Figura 66. Detalle de línea estructural

INTEGRANTES

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

**PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618**

2024

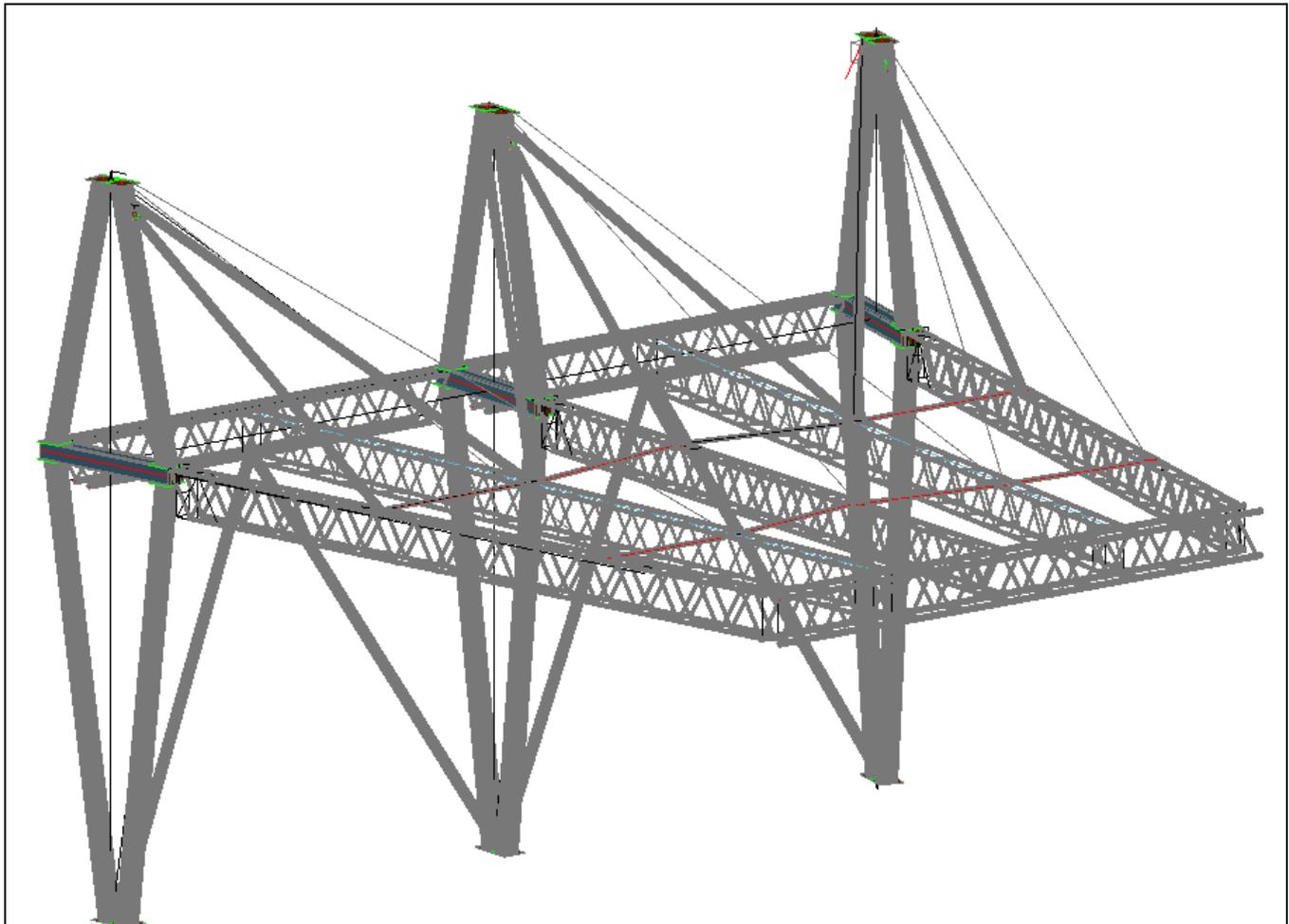


Figura 67. Vista estructura desde Advance Steel

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

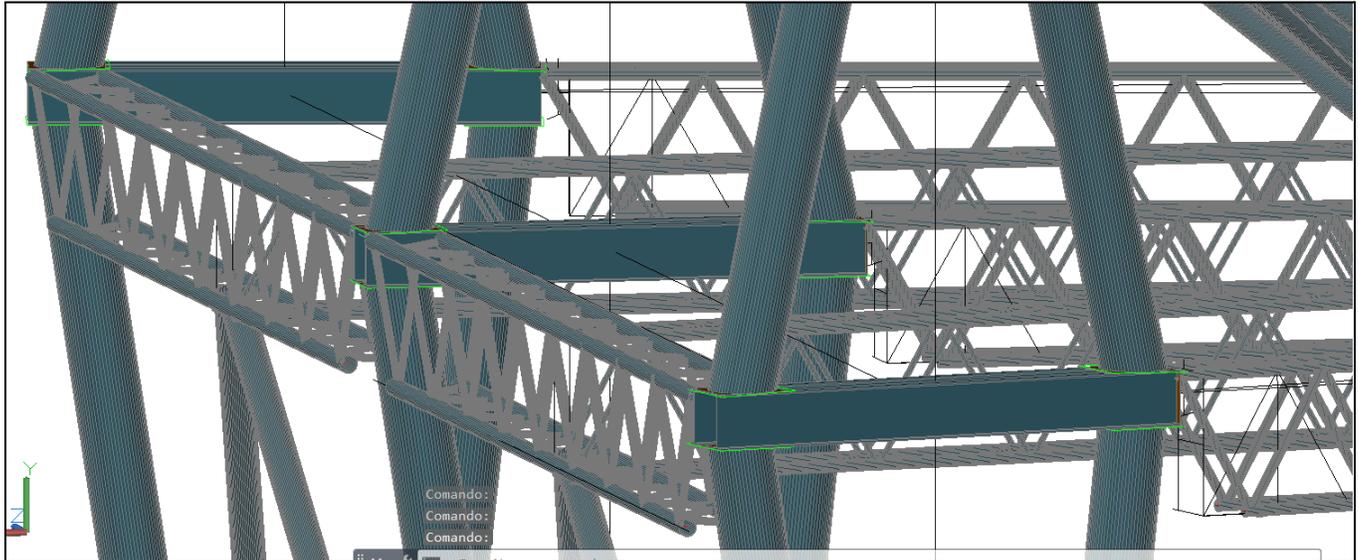


Figura 68. Vista estructura desde Advance Steel

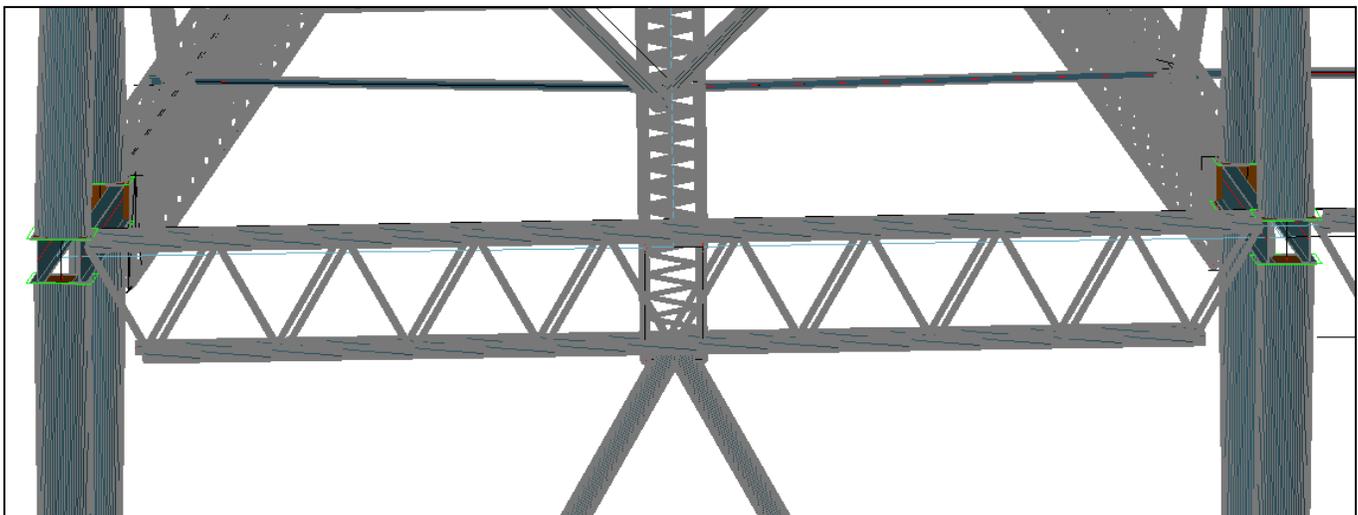


Figura 69. Vista estructura desde Advance Steel

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

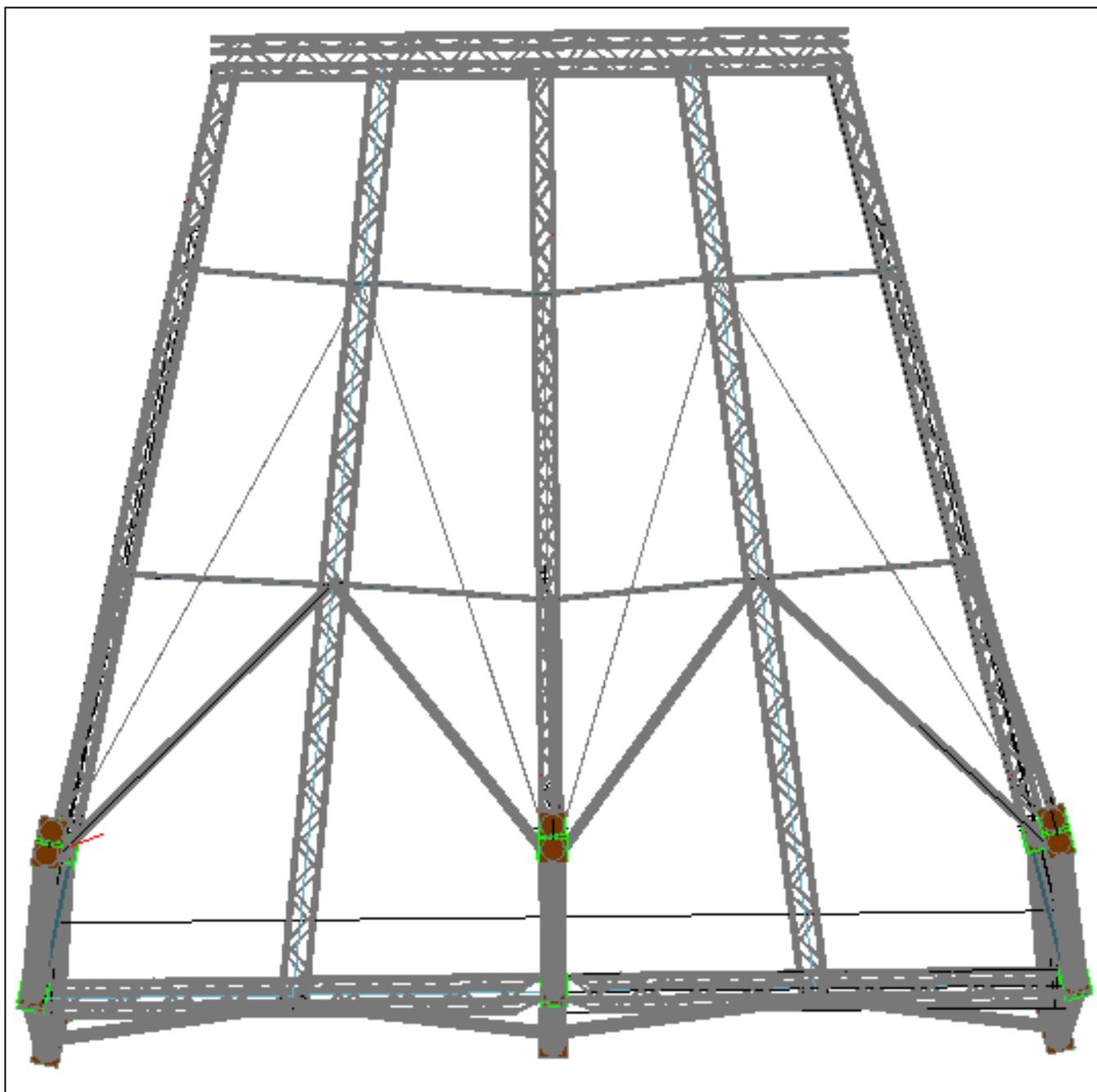


Figura 70. Vista superior de la estructura desde Advance Steel

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELLEGRINI, Gabriel - 13762

SILVESTRE, Kevin - 13904

TOBARES, Isaías - 13618

2024

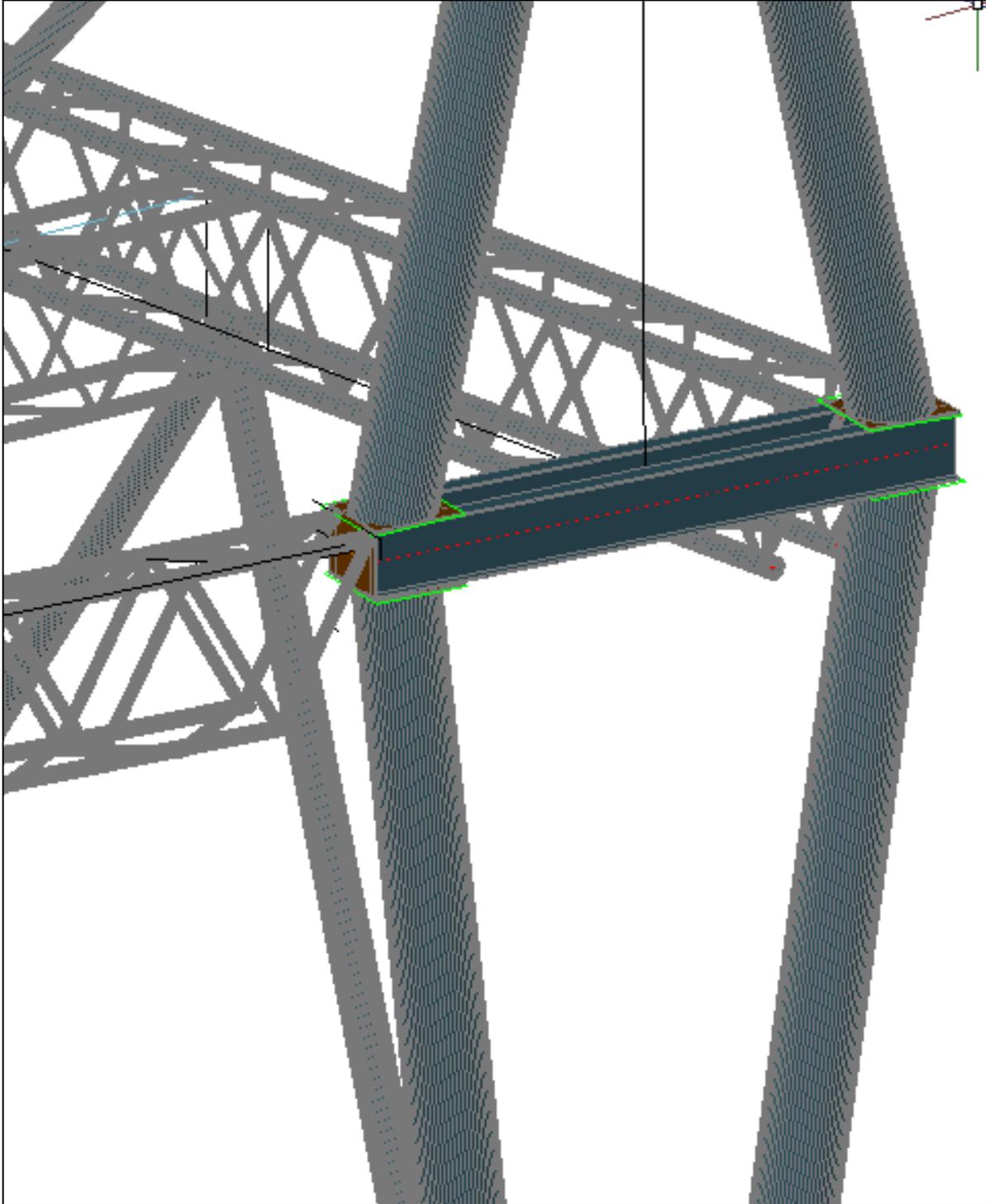


Figura 71. Vista estructura desde Advance Steel

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

INTEGRANTES

PELLEGRINI, Gabriel - 13762

SILVESTRE, Kevin - 13904

TOBARES, Isaías - 13618

2024

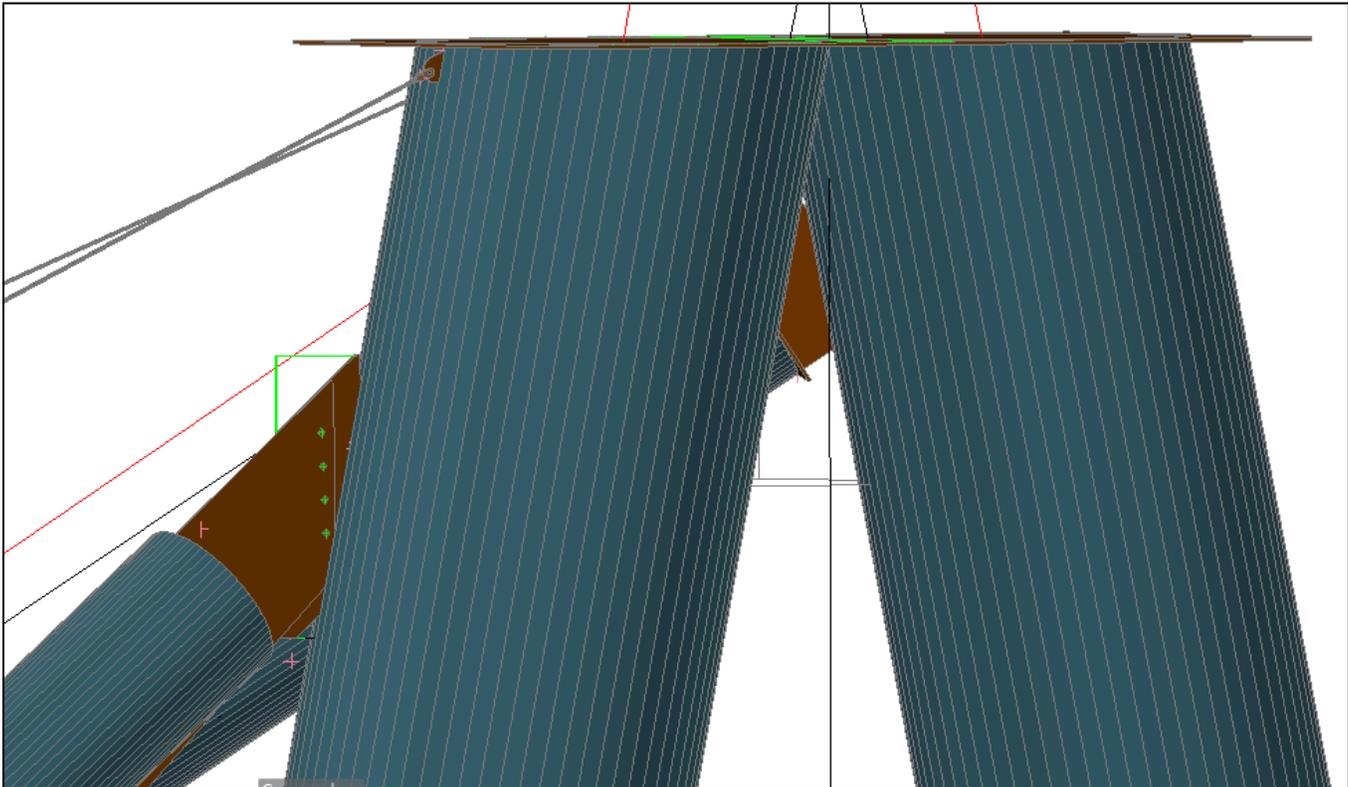


Figura 72. Vista uniones desde Advance Steel

DISEÑO ESTRUCTURALES

Trabajo Práctico Integrador: "Cubierta Estadio Malvinas Argentinas"

PELEGRINI, Gabriel - 13762
SILVESTRE, Kevin - 13904
TOBARES, Isaías - 13618

2024

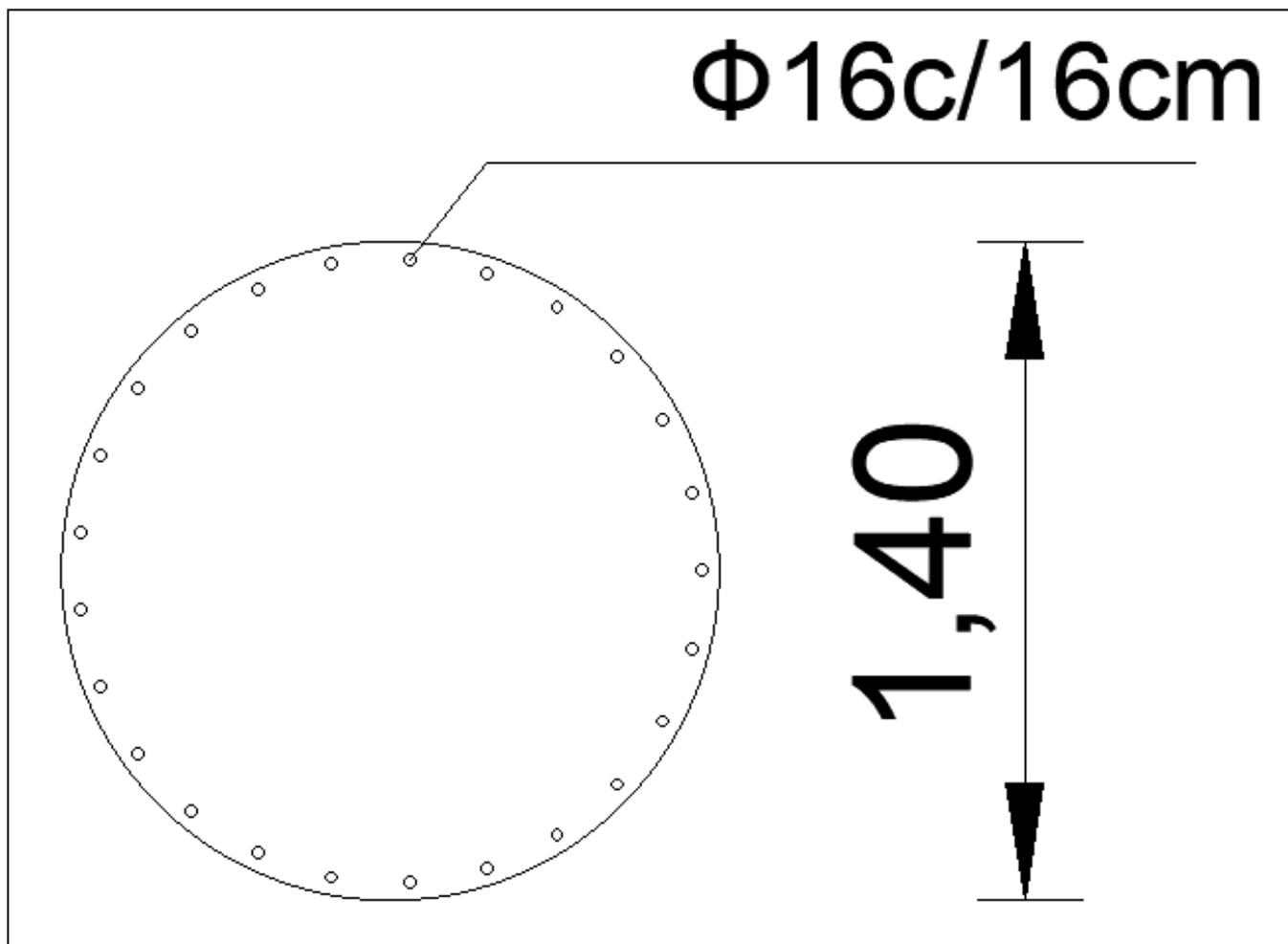


Figura 73. Detalle armadura longitudinal en pilotel