



CORPORACIÓN VIAL DEL URUGUAY
Sociedad Anónima

PEAJE GARZÓN

INFORME - ESTADO ACTUAL Y RECOMENDACIONES (TR410199)



CSI Ingenieros SA

Versión	Fecha	Responsables de elaboración	Responsable de aprobación	Detalle
1	01/10/2012	JB	JH	

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. RELEVAMIENTO DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA	3
2.1. COLUMNAS DE ACERO:.....	3
2.2. CERCHAS	4
2.3. ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO CORDÓN INFERIOR.....	5
2.4. CORREAS	5
2.5. CHAPAS.....	6
2.6. ELEMENTOS AUXILIARES.....	6
3. VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL	6
3.1. ESTRUCTURA DE CUBIERTA	6
3.2. COLUMNAS METÁLICAS	8
3.3. CORREAS	9
4. RECOMENDACIONES.....	9
4.1. COLUMNAS DE ACERO:.....	9
4.2. CERCHAS	9
4.3. ELEMENTOS DE ARRIOSTRAMIENTO CORDÓN INFERIOR.....	9
4.4. CORREAS	9
4.5. CHAPAS.....	10
4.6. ELEMENTOS AUXILIARES.....	10

ANEXO I – RELEVAMIENTO FOTOGRÁFICO

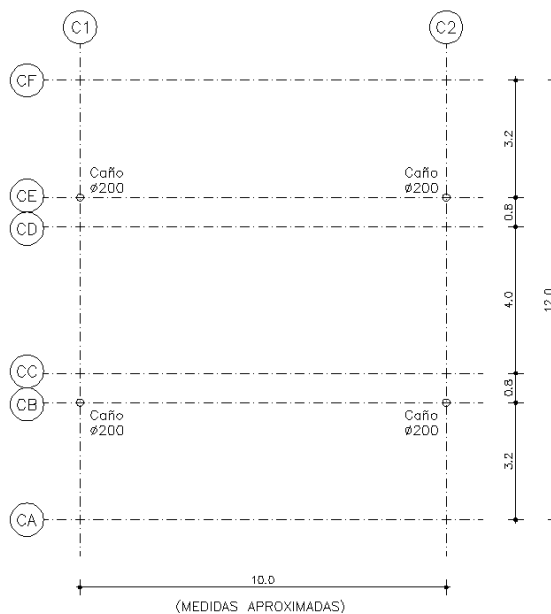
ANEXO II – TABLA ISO 12944

La Corporación Vial del Uruguay (CVU) ha solicitado a CSI Ingenieros SA la elaboración del estudio del estado actual de la cubierta liviana del Peaje Garzón y recomendaciones para la reparación del mismo. El peaje se encuentra en la ruta 9 Km. 177,650 en el Departamento de Maldonado, Uruguay.

2. RELEVAMIENTO DEL ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA

A continuación se presenta el relevamiento de cada parte de la estructura:

- ❑ Descripción: $\phi = 200\text{mm}$, espesor de pared = 8mm. Huevo de 100x100mm en la sección inferior.
- ❑ Estado: Las columnas tienen pintura de protección, presentan picaduras por corrosión localizada aisladas y de pequeñas dimensiones, algunas más concentradas en la sección superior, en la salida de cables.

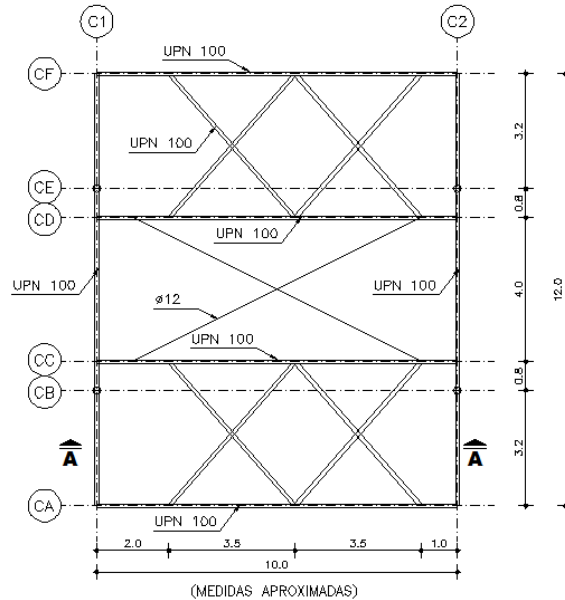


2.2. Cerchas

- ❑ Descripción: Las cerchas están conformadas por dos perfiles UPN100 separados 600mm y unidos por perfiles en diagonal L 2"x1/4".
- ❑ Estado: Las cerchas se encuentran parcialmente pintadas. Se observa en los perfiles sin pintura de protección tanto corrosión general o uniforme como sectores con corrosión localizada más profunda.

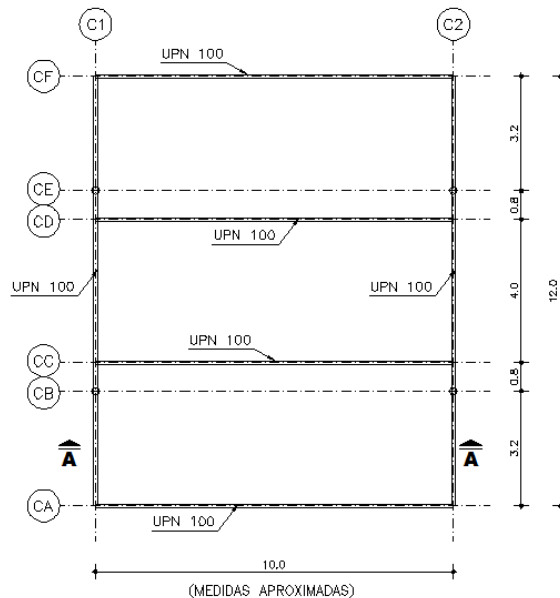
PLANTA - CORDÓN INFERIOR CERCHAS

ESC.: 1:100



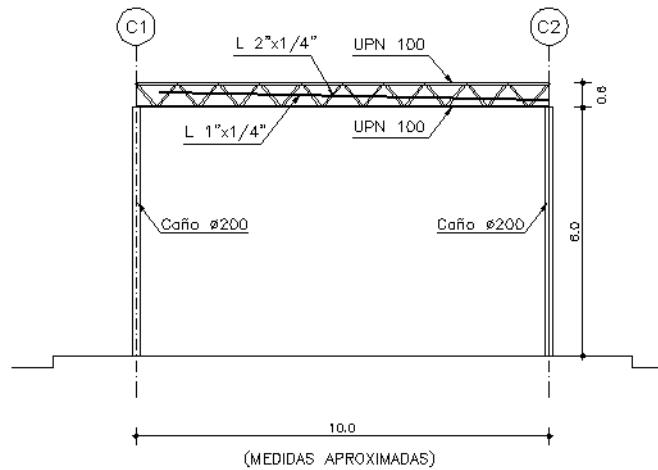
PLANTA - CORDÓN SUPERIOR CERCHAS

ESC.: 1:100



SECCIÓN A-A

ESC.: 1:100

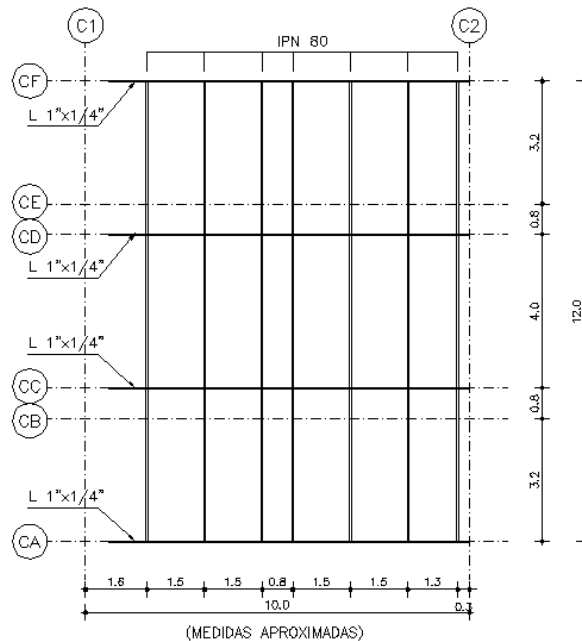


2.3. Elementos de arriostramiento cordón inferior

- ❑ Descripción: Cruces de perfiles UPN100 entre las grillas CA-CC y CD-CF una cruz entre las grillas CC-CD de redondos $\phi 12\text{mm}$. Las cruces están soldadas a los perfiles del plano inferior de las cerchas.
- ❑ Estado: Los perfiles de arriostramiento no tienen pintura protectora. Se observa corrosión uniforme. La cruz de redondos no cumple ninguna función.

2.4. Correas

- ❑ Descripción: Soldado a los perfiles en diagonal de las cerchas hay un perfil auxiliar L 1"x1/4" que sigue el plano del faldón de chapas. Las correas son perfiles IPN80 soldados a los perfiles auxiliares L 1"x1/4". El plano del faldón de chapas está interrumpido por las cerchas de las grillas CA, CC, CD y CF.
- ❑ Estado: Las correas fueron prepintadas previo a su colocación, pero este tratamiento no fue el adecuado al tipo de exposición de estos perfiles. Se observa una corrosión casi uniforme, de menor profundidad en comparación con la de los perfiles de cerchas. Cada correa tiene un empalme soldado en la mitad de la luz, que ha sido un foco de corrosión, siendo estos sectores los que están en peor estado.

PLANTA - CORREAS
ESC.: 1:100**2.5. Chapas**

- ☐ Descripción: Las chapas son galvanizadas de sección trapezoidal. No se pudo determinar el espesor de las mismas.
- ☐ Estado: Las chapas se encuentran en buen estado, sin signos de corrosión en la cara inferior. Por otro lado, los tornillos de unión están completamente oxidados.

2.6. Elementos auxiliares

Elementos no estructurales de la cubierta:

- ☐ Perfiles de soporte de canalón: Tienen pintura protectora, pero se encuentran oxidados a tal punto que varios se han caído. El espesor original de estas piezas es reducido, y la corrosión prácticamente agotó la sección.
- ☐ Soporte de antenas: Los soportes de antenas sufren el mismo problema que los perfiles del canalón, las secciones de los perfiles son reducidas, y a pesar de que en este caso no hubo desprendimiento de ninguna elemento, la sección se encuentra visiblemente reducida, con peligro de corte.

3. VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL**3.1. Estructura de cubierta**

Se realizó un estudio de la estructura metálica de la cubierta original, sin tomar en cuenta los problemas actuales de corrosión. Esto se contrastó luego con la verificación de la estructura tomando en cuenta la reducción del espesor de los perfiles debido a los efectos de la corrosión.

Normas utilizadas para el cálculo de acciones sobre la estructura:

- ☐ UNIT 50:84 Acción del viento sobre construcciones

- ❑ ASCE/SEI 7-05 Cargas de diseño mínimas para edificios y otras estructuras

Normas utilizadas para la verificación de la estructura metálica:

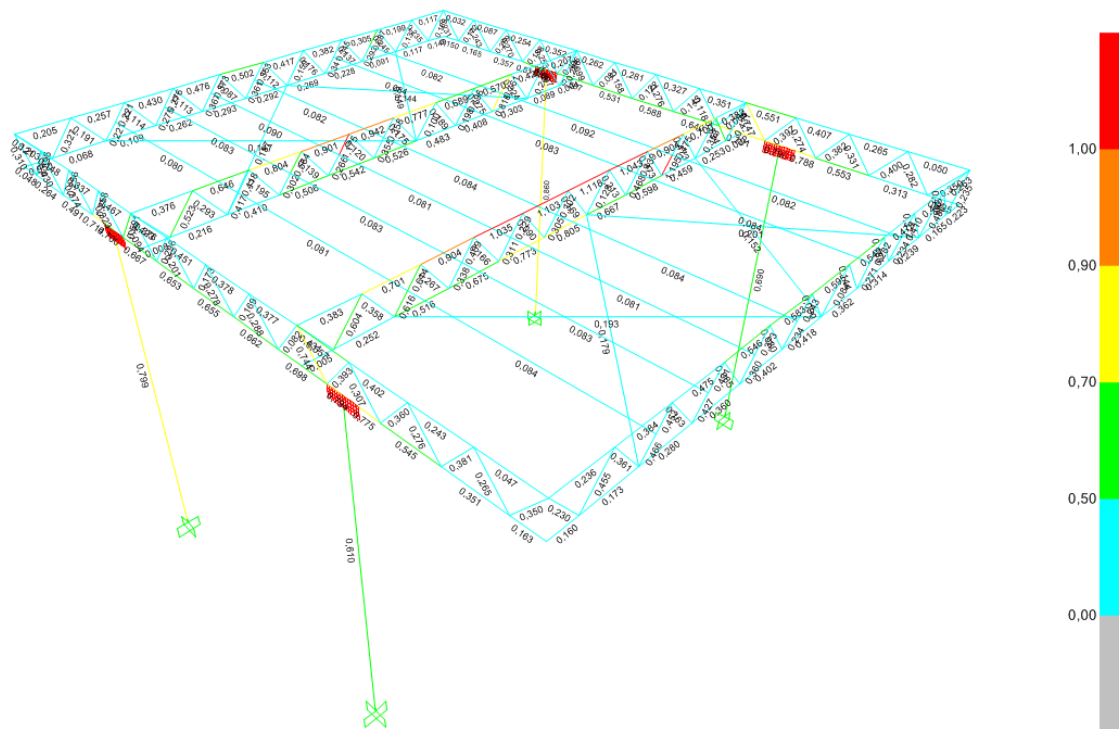
- ❑ AISC 360-05 Especificaciones para edificios estructurales de acero

Para la obtención de las solicitaciones se ha efectuado la modelación de la estructura con la aplicación del programa SAP 2000– Versión 15; se trata de un software con análisis por elementos finitos aplicado para a la obtención de solicitaciones en estructuras planas y estereas.

Notas:

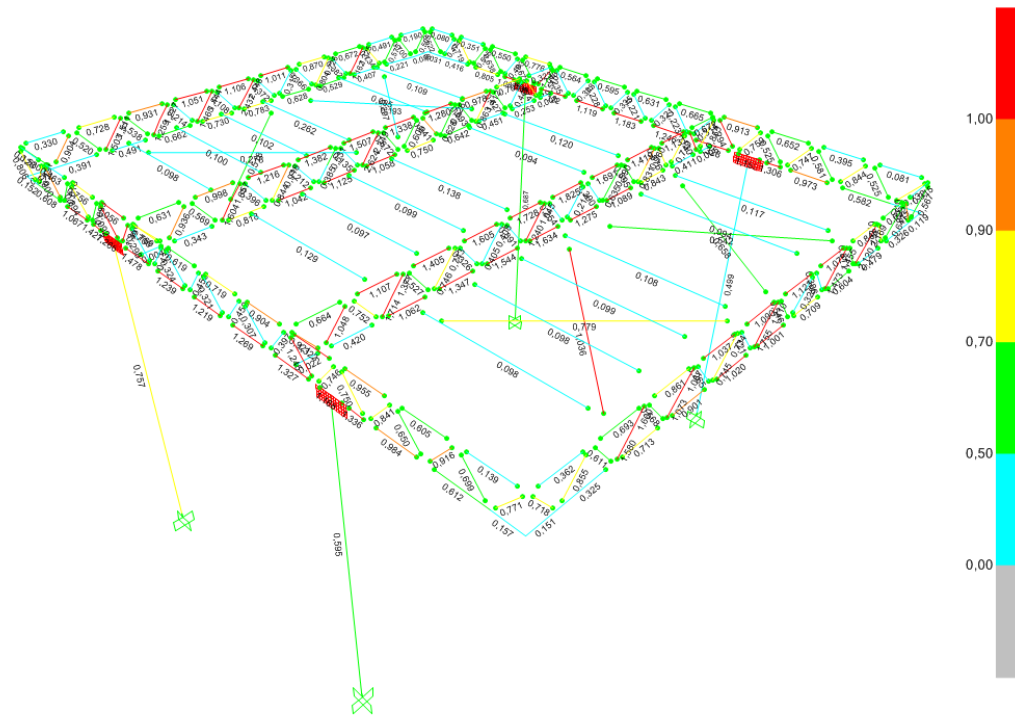
- ❑ Presión de cálculo de viento 112 kg/m²
- ❑ Coeficientes de forma de acuerdo a ASCE/SEI 7-05.

- 1) A continuación se muestran los resultados de la verificación estructura de la cubierta original:



Observación: Los colores y números representan el ratio de utilización de cada elemento. El ratio de utilización deberá ser menor a 1 para cumplir con los requerimientos de seguridad de la norma.

- 2) Se estima que la pérdida de espesor está entre 1 y 3 milímetros por corrosión general uniforme de los perfiles desprotegidos, a partir de las recomendaciones de la ISO 12944 de protección de estructuras de acero frente a la corrosión, y teniendo en cuenta que la cubierta fue construida en el 2002. A continuación se presentan los ratios de utilización de los elementos de la estructura tomando en cuenta estas consideraciones:

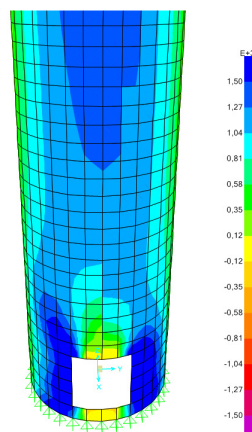


Conclusión de verificaciones: Los elementos de la estructura original cumplía con las verificaciones de la norma, sin embargo con la reducción de los espesores debido a los efectos de la corrosión la capacidad resistente de más de la mitad de los elementos están debajo de la capacidad requerida.

3.2. Columnas metálicas

Los resultados presentados en la sección anterior, en lo que respecta a las columnas, corresponden a la sección completa de las mismas, es decir, sin tomar en cuenta la reducción de la capacidad resistente de la sección debida al hueco existente en la sección inferior para el pase de cables, que es a su vez la más exigida.

Se realizó un modelo de la columna utilizando el programa SAP 2000 para verificar la columna en la sección con hueco. En la imagen a continuación se muestra los puntos donde se sobrepasa la tensión admisible de 1500 kg/cm² para el estado de carga más desfavorable, tensiones verticales (producto de directa y momento):



Conclusión de verificaciones: La presencia del hueco en la sección más solicitada genera concentradores de tensión, en estos sectores se supera la tensión admisible de 1500kg/cm².

3.3. Correas

Se verificaron las correas teniendo en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

- ☐ Presión de viento: 112kg/m²
- ☐ Separación máxima de correas: 1.5m

Resultados:

- ☐ Correas sin problemas de corrosión: Ratio de utilización = 1.03
- ☐ Correas con 1mm de reducción en el espesor de las secciones: Ratio de utilización = 1.11

Conclusión de verificaciones: Las correas estaban originalmente muy exigidas desde el punto de vista de capacidad resistente / capacidad requerida, con la pérdida de espesor útil, las correas dejaron de cumplir con los requerimientos de seguridad de la norma.

4. RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las recomendaciones para la reparación de las distintas partes de la cubierta:

4.1. Columnas de acero:

Las columnas pueden ser conservadas siempre y cuando se eliminen de la superficie de los focos de corrosión que se han formado para evitar que se expandan. Esto se puede lograr mediante un cepillado cuidado, luego del cual se pintará toda la superficie de las columna con fondo + pintura epóxica para evitar futuros problemas de esta naturaleza.

En cuanto al hueco de la sección inferior para el pase de cables, se recomienda soldar planchuelas de manera de reponer la sección interrumpida y reforzar los lados verticales del hueco, el largo de las planchuelas y su espesor serán definidos por el proyectista que diseñe la reparación del resto de la estructura.

4.2. Cerchas

Las cerchas se encuentran en mal estado. La reducción debida a la corrosión es tal que la estructura no cumple con los requerimientos de seguridad exigidos por las normas de diseño. Esto último descarta la posibilidad de retirar la estructura para limpiarla, volverla a pintar y montar. Se recomienda retirar la estructura de cerchas y reemplazarla por una nueva, protegiéndola con fondo + pintura epóxica, de manera de evitar que se repita el deterioro de la misma.

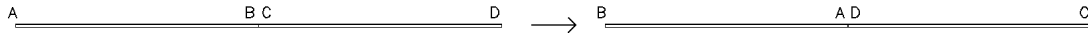
4.3. Elementos de arriostramiento cordón inferior

Se recomienda tomar las mismas medidas indicadas para las cerchas.

4.4. Correas

Las correas no han sido atacadas de la misma manera que las cerchas debido a su prepintura. Es por esto que pueden ser retiradas, arenadas y protegidas con fondo + pintura epóxica. Se deberá tener especial precaución con la sección de empalme en la mitad de la luz. Dado que esto ha sido una

ventana para la entrada de óxido, se recomienda cortar la sección y volverla a soldar, pero esta vez en sus extremos opuestos, previo a la pintura indicada de protección.



Debido a la pérdida de sección por corrosión uniforme, se deberán agregar correas y reordenarlas, para garantizar que la nueva configuración lleve las solicitaciones a las que está sometida la cubierta.

4.5. Chapas

Están en buenas condiciones, pueden ser conservadas. Se deberá verificar el espesor de las mismas para determinar la separación máxima admisible de las correas. Los tornillos de fijación de las chapas a las correas deberán ser remplazados por tornillos de acero inoxidable o galvanizados.

4.6. Elementos auxiliares

Se recomienda que los elementos auxiliares sean remplazados en su totalidad.

ANEXO I – RELEVAMIENTO FOTOGRÁFICO

❑ Cubierta – Vista inferior



❑ Columna C2-CB



❑ Columna C2-CE



❑ Columna C1-CE



❑ Columna C1-CB



❑ Cerchas y elementos de arriostramiento del cordón inferior







❑ Correas y chapas





❑ Elementos auxiliares



ANEXO II – ISO 12944

Atmospheric-corrosivity categories and examples of typical environments

Corrosivity category	Mass loss per unit surface/thickness loss (after first year of exposure)				Examples of typical environments in a temperate climate (informative only)	
	Low-carbon steel		Zinc		Exterior	Interior
	Mass loss g/m ²	Thickness loss µm	Mass loss g/m ²	Thickness loss µm		
C1 very low	≤ 10	≤ 1,3	≤ 0,7	≤ 0,1	—	Heated buildings with clean atmospheres, e.g. offices, shops, schools, hotels.
C2 low	> 10 to 200	> 1,3 to 25	> 0,7 to 5	> 0,1 to 0,7	Atmospheres with low level of pollution. Mostly rural areas.	Unheated buildings where condensation may occur, e.g. depots, sports halls.
C3 medium	> 200 to 400	> 25 to 50	> 5 to 15	> 0,7 to 2,1	Urban and industrial atmospheres, moderate sulfur dioxide pollution. Coastal areas with low salinity.	Production rooms with high humidity and some air pollution, e.g. food-processing plants, laundries, breweries, dairies.
C4 high	> 400 to 650	> 50 to 80	> 15 to 30	> 2,1 to 4,2	Industrial areas and coastal areas with moderate salinity.	Chemical plants, swimming pools, coastal ship- and boatyards.
C5-1 very high (industrial)	> 650 to 1 500	> 80 to 200	> 30 to 60	> 4,2 to 8,4	Industrial areas with high humidity and aggressive atmosphere.	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution.
C5-M very high (marine)	> 650 to 1 500	> 80 to 200	> 30 to 60	> 4,2 to 8,4	Coastal and offshore areas with high salinity	Buildings or areas with almost permanent condensation and with high pollution.
NOTE 1 The loss values used for the corrosivity categories are identical to those given in ISO 9223.						
NOTE 2 In coastal areas in hot, humid zones, the mass or thickness losses can exceed the limits of category						
C5-M. Special precautions must therefore be taken when selecting protective paint systems for structures in such areas.						