Medellín, 21 de mayo de 2026

Señores

Construmater Servicios Técnicos SAS

Ing. Gabriel Oquendo López

EDUNORTE – Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

Medellín

Asunto: Justificación técnica de la configuración estructural sin diagonales en cerca metálica en arco – Proyecto Carpa 30x16x11

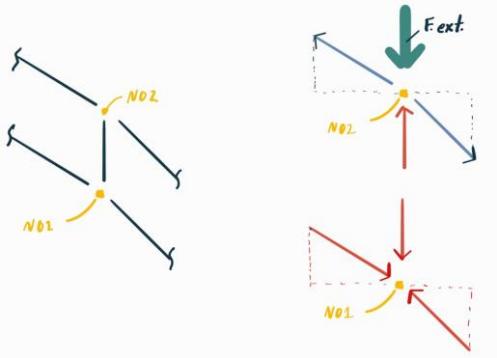
Respetado Ingeniero Oquendo y equipo de interventoría:

Por medio de la presente, y en atención a su solicitud, me permito aclarar y sustentar técnicamente la configuración estructural adoptada para la cercha en arco con perfiles tubulares de acero, la cual ha sido modelada y diseñada sin elementos diagonales (arriostramientos), tal como se detalla en la memoria de cálculo y planos estructurales entregados.

La ausencia de diagonales no constituye una omisión ni una deficiencia de diseño, sino una decisión técnica fundamentada en el comportamiento estructural propio de los sistemas tipo arco continuo, la cual ha sido verificada conforme a la Norma Sismo Resistente NSR-10. A continuación, se exponen los criterios que justifican esta configuración:

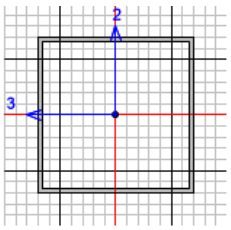
Diferenciación conceptual: Arco continuo vs. Viga Vierendeel: Una estructura tipo Vierendeel se caracteriza por cordones paralelos y nudos de momento diseñados para resistir el cortante de cada panel exclusivamente mediante flexión en sus montantes y cordones. En dicho sistema, la ausencia de diagonales genera momentos flectores elevados que deben ser calculados y detallados específicamente para ese comportamiento, tal como usted lo describe en sus comentarios.

La estructura objeto de este proyecto no corresponde a un Vierendeel, sino a un pórtico curvo continuo. La inclinación variable de los cordones superior e inferior a lo largo del arco genera una triangulación natural de esfuerzos: la componente horizontal de las cargas se equilibra nodo a nodo mediante la proyección axial de los cordones, mientras que el equilibrio vertical en cada nudo es garantizado por los parales (montantes) que transfieren las acciones al sistema curvo. Este flujo de cargas es inherentemente axial y de flexión secundaria por curvatura.



Los momentos flectores presentes en el modelo son consecuencia directa de la geometría curva y de las condiciones de apoyo, y fueron cuantificados y resistidos por los perfiles tubulares y sus detalles de conexión, como ejemplo se presenta a continuación la verificación de los cordones:

PTE100x100x2.5:



Units KN, m, C

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)
Units : KN, m, C

Frame : 523	X Mid: 10.	Combo: (U27)0.9D+W_LRFD	Design Type: Brace		
Length: 0.813	Y Mid: 15.	Shape: PTE100x100x2.5	Frame Type: OMF		
Loc : 0.	Z Mid: 10.015	Class: Slender	Princpl Rot: 0. degrees		
Provision: LRFD	Analysis: Direct Analysis				
D/C Limit=0.95	2nd Order: General 2nd Order		Reduction: Tau-b Variable		
AlphaPr/Py=0.201	AlphaPr/Pe=0.059	Tau_b=1.	EA factor=0.8	EI factor=0.8	
PhiB=0.9	PhiC=0.9	PhiTY=0.9	PhiTF=0.75		
PhiS=0.9	PhiS-RI=1.	PhiST=0.9			
A=9.750E-04	I33=1.546E-06	r33=0.04	S33=3.092E-05	Av3=5.000E-04	
J=2.317E-06	I22=1.546E-06	r22=0.04	S22=3.092E-05	Av2=5.000E-04	
E=199947978.8	Fy=344737.894	Ry=1.1	z33=3.566E-05		
RLLF=1.	Fu=427474.989		z22=3.566E-05		

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo (U27)0.9D+W_LRFD_X_B)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.	67.547	-4.474	0.	-1.439	0.	0.

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1.2,H1-1a)

D/C Ratio: 0.662 = 0.223 + 0.439 + 0.
= (Pr/Pc) + (8/9)(Mr33/Mc33) + (8/9)(Mr22/Mc22)

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1.2,H1-1a)

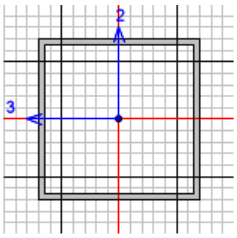
Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Minor Bending	2.014	1.	1.	1.	1.	1.

	Lltb	Kltb	Cb
LTB	2.014	1.	1.15

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	67.547	249.764	302.508

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	phi*Mn No LTB	phi*Mn Cb=1
Major Moment	-4.474	9.057	9.057	11.063
Minor Moment	0.	9.057		

PTE100x100x4:



Units KN, m, C

```
AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK     (Summary for Combo and Station)
Units  :  KN, m, C

Frame :  695      X Mid:  14.813    Combo:  (U27)0.9D+W_LRFDDesign Type:  Brace
Length:  1.034    Y Mid:  25.       Shape:  PTE100x100x4    Frame Type:  OMF
Loc   :  1.034    Z Mid:  7.917     Class:  Compact         Princpl Rot: 0. degrees

Provision: LRFD   Analysis: Direct Analysis
D/C Limit=0.95    2nd Order: General 2nd Order        Reduction: Tau-b Variable
AlphaPr/Py=0.18   AlphaPr/Pe=0.022  Tau_b=1.          EA factor=0.8     EI factor=0.8

PhiB=0.9          PhiC=0.9          PhiTY=0.9         PhiTF=0.75
PhiS=0.9          PhiS-RI=1.        PhiST=0.9

A=0.002           I33=2.363E-06     r33=0.039         S33=4.727E-05     Av3=8.000E-04
J=3.539E-06       I22=2.363E-06     r22=0.039         S22=4.727E-05     Av2=8.000E-04
E=199947978.8     Fy=344737.894     Ry=1.1            z33=5.533E-05
RLLF=1.           Fu=427474.989                       z22=5.533E-05

HSS Welding: ERW  Reduce HSS Thickness? No


STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo (U27)0.9D+W_LRFD_X_B)
    Location          Pu         Mu33         Mu22         Vu2          Vu3          Tu
    1.034          95.505       11.789       -0.036       -9.561       0.414        0.033

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO   (H1.2,H1-1a)
    D/C Ratio:    0.813 = 0.2 + 0.61 + 0.002
                      = (Pr/Pc) + (8/9)(Mr33/Mc33) + (8/9)(Mr22/Mc22

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN   (H1.2,H1-1a)
    Factor                 L          K1          K2          B1          B2          Cm
    Major Bending         1.          1.          1.          1.          1.          1.
    Minor Bending         1.          1.          1.          1.          1.          1.

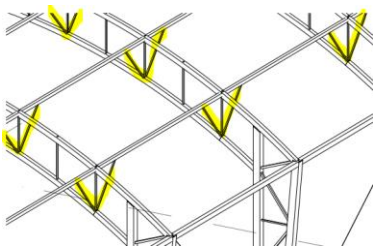
                        Lltb        Kltb          Cb
    LTB                   1.          1.       1.416

                          Pu     phi*Pnc     phi*Pnt
                       Force    Capacity    Capacity
    Axial             95.505     452.978     476.566

                          Mu      phi*Mn      phi*Mn      phi*Mn
                      Moment    Capacity     No LTB       Cb=1
    Major Moment      11.789      17.166      17.166      17.166
    Minor Moment      -0.036      17.166
```

No existe, por tanto, un déficit de diseño por momentos tipo Vierendeel, pues el sistema no opera bajo ese mecanismo.

Rigidez a flexión y torsión de perfiles tubulares: Los perfiles PTE (Perfiles tubulares estructurales) presentan alta inercia en ambos ejes y excelente resistencia torsional, lo que permite que el conjunto cordón-paral resista pandeo lateral y flexo-torsional sin requerir arriostramiento cruzado, sin embargo, para el evitar el pandeo flexo-torsional en el cordón inferior respecto al eje vertical, se ha dispuesto de rigidizadores en la otra dirección como se muestra a continuación:



Cumplimiento de la NSR-10: El modelo estructural incluye todas las combinaciones de carga del Título B (viento, peso propio y sobrecarga por granizo), así como las verificaciones de esbeltez, pandeo local/global, desplazamientos máximos y estados límite de servicio establecidas en el Título F (Estructuras de Acero). La estabilidad global fue verificada mediante análisis de segundo orden (P-Δ), conforme al literal A.3.5 y complementos del Título F, demostrando que la estructura mantiene sus equilibrios y márgenes de seguridad sin requerir diagonales.

La memoria de cálculo adjunta detalla paso a paso las verificaciones numéricas, incluyendo factores de resistencia (φ), coeficientes de sobrecarga, y comprobaciones de capacidad-demanda para todos los elementos principales. Los resultados confirman que la configuración sin diagonales opera dentro de los límites permisibles de la norma, con factores de seguridad superiores a los mínimos exigidos.

DISEÑADOR	**FIRMA**
Sebastián Gil Velásquez M.Sc. Ingeniería Civil Estructural M.P: 05202-390248 - ANT.	Sebastian Gil V.