

MEMORIAS DE CALCULO

Proyecto: **JORGE ARDILA DUARTE SEDE B**

Localización: BUCARAMANGA, SANTANDER

SISTEMA DE CÁLCULO

Sistema Estructural de Pórtico Resistente a Momento

Método de la rotura, Norma NSR-10

Análisis Sísmico por Método Dinámico

SISTEMA CONSTRUCTIVO

Estructura de Porticos de concreto Resistentes a momentos

Estructura empotrada a la losa

ESPECIFICACIONES

Concreto

| | | | |
|-----|----|-----|------------|
| f'c | 21 | MPa | Reforzados |
|-----|----|-----|------------|

Acero de refuerzo

| | | |
|----|-----|----------------------------------|
| fy | 420 | MPa para $\varnothing \leq 3/8"$ |
|----|-----|----------------------------------|

| | | |
|----|-----|----------------------------------|
| fy | 420 | MPa para $\varnothing \geq 1/2"$ |
|----|-----|----------------------------------|

| | | |
|----|-----|--------------------------------------|
| fy | 420 | MPa para varillas en milímetros (mm) |
|----|-----|--------------------------------------|

Unidades

| | | |
|---------------------|---|---|
| Esfuerzo (presión): | 1 | MPa = 10kgf (kg/cm ²) = 100ton/m ² |
|---------------------|---|---|

| | | |
|----------------|---|---------------------|
| Fuerza (peso): | 1 | kN = 100kg = 0.1ton |
|----------------|---|---------------------|

| | | |
|--|---|------------|
| | 1 | kN = 1000N |
|--|---|------------|

1. INTRODUCCIÓN

1.1 RESUMEN

El objetivo de este análisis es calcular y diseñar la estructura de una cubierta para un Instituto apoyada en columnas de concreto de 30x30 cm con correas de acero para el proyecto que está localizado en el barrio Nuevo Sotomayor en el municipio de Bucaramanga, Santander. En el cual tiene una altura de 3 metros. El análisis y diseño se llevará acabo considerando la acción sísmica característica de la región.

1.2 PRINCIPIOS DE DISEÑO

Para la mejor comprensión del diseño de la cubierta se decidió realizar el modelo estructural en 3D en el software ETABS donde se representa la distribución de las fuerzas, masas y rigidez de la estructura. Se modeló utilizando elementos finitos tipo Frame y Shell. Los elementos finitos Frame son utilizados para modelar los pares, mientras que para considerar la mampostería de ladrillo se usaron elementos tipo shell. Con este modelo matemático se pretende encontrar el nivel de esfuerzos internos y los desplazamientos de la estructura.

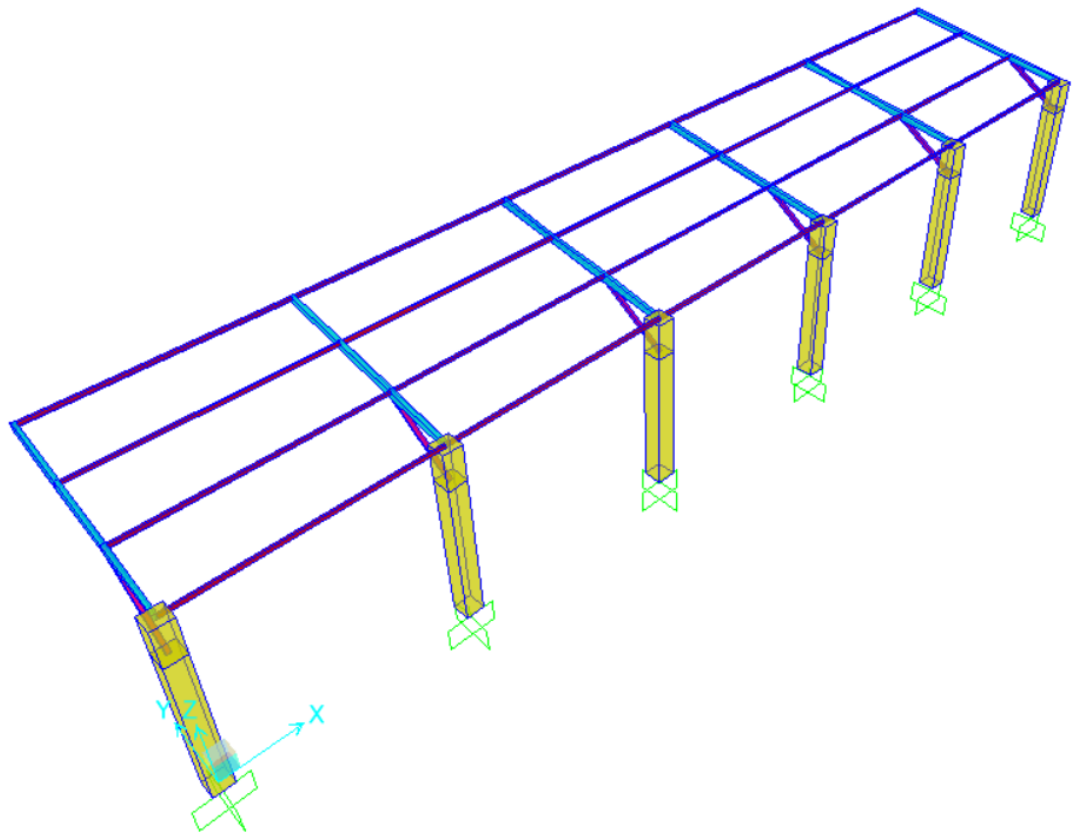


Figura No 1-1 Modelo tridimensional en elementos finitos.

1.3 DEFINICIÓN DE MATERIALES

TABLE: Material Properties - Concrete

| Name | E | ν | α | G | Unit Weight | Unit Mass | Fc |
|-----------|----------|-------|-----------|---------|-------------------|-----------------------------------|-----|
| | MPa | | 1/C | MPa | N/mm ³ | N-s ² /mm ⁴ | MPa |
| f'c 2 Mpa | 21525.56 | 0.2 | 0.0000099 | 8968.98 | 0.000024 | 0 | 24 |

TABLE: Material Properties 03a - Steel Data

| Material | Fy | Fu | EffFy | EffFu |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Text | N/mm2 | N/mm2 | N/mm2 | N/mm2 |
| A500GrC R | 345 | 425 | 483 | 552.5 |

Tabla No 3-1 Definición materiales

1.4 DEFINICIÓN DE ELEMENTOS

| SectionName | Material | Shape | t3 | t2 | tf | tw | Area |
|----------------|-----------|-------------|-----|-----|----|----|--------|
| Text | Text | Text | mm | mm | mm | mm | mm2 |
| Concreto 30x30 | 3000Psi | rectangular | 300 | 300 | | | 900000 |
| PTE120x60x3 mm | A500GrC R | Box/Tube | 120 | 60 | 3 | 3 | 1044 |
| PTE 60X40X2 mm | A500GrC R | Box/Tube | 60 | 40 | 2 | 2 | 384 |
| PTE 60x60x3 mm | A500GrC R | Box/Tube | 60 | 60 | 3 | 3 | 684 |
| Cubierta | Cubierta | Membrane | | | 10 | 10 | |

Tabla No 3-2 Definición secciones

1.5 HIPÓTESIS DE DISEÑO

- **Condición de estabilidad**

Para el diseño de esta cubierta usamos las columnas que ya hay en el sitio de una dimensión de 30x30 cm y modelamos vigas principales de perfil tubular rectangular acompañada de unas correas de acero para el soporte de la cubierta donde se planteo el análisis de los perfiles y teniendo en cuenta la separación máxima entre las luces para la correcta asignación de las correas, además se realizara un diseño de vigas metalicas con las fuerzas internas actuantes con las cargas que empleara la estructura.

1.6 EVALUACIÓN DE CARGAS.

Para la carga muerta se tomo el valor del acero de la tabla B.3.2-1 y se calculo con los datos del espesor de la cubierta y la aferencia

| | |
|--------------------|----------|
| Carga de viento(W) | 40 kg/m2 |
| Carga viva(L) | 50 kg/m2 |

| | |
|-----------------|----------------------|
| Carga muerta(D) | 12 kg/m ² |
| Cielo raso(+D) | 15 kg/m ² |

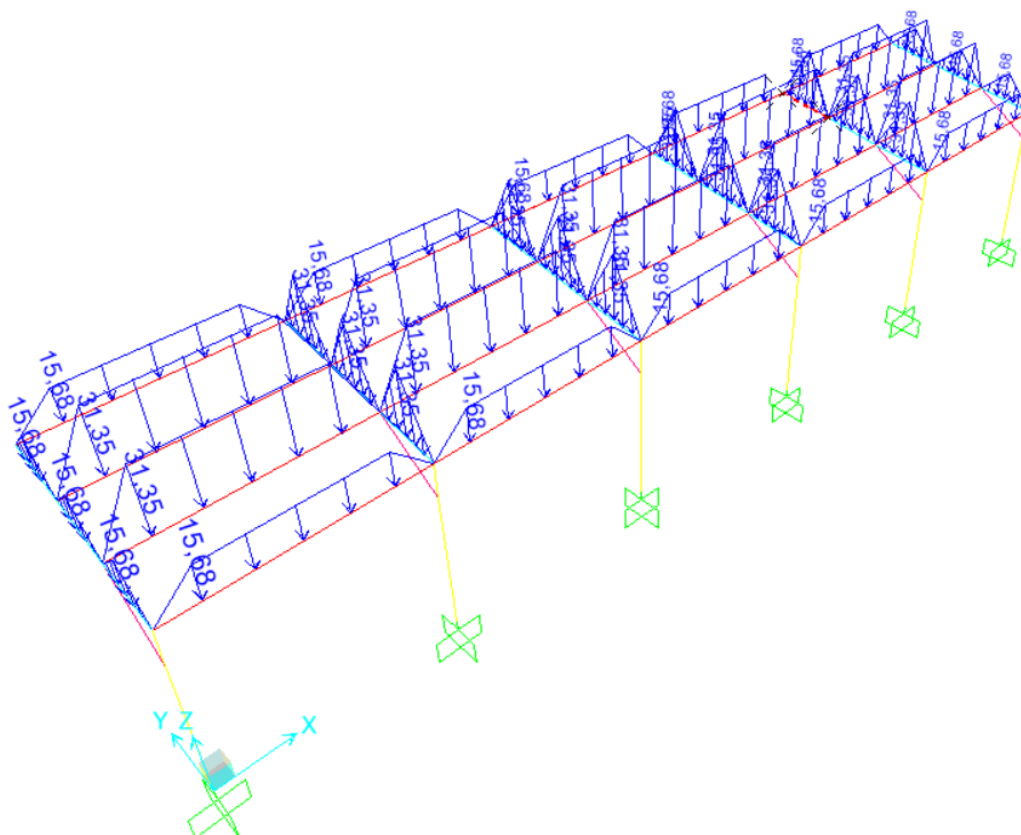


Figura No 1-2 Carga muerta distribuida (W) [kgf, m, C]

Para la carga viva se tomo el valor del acero de la tabla B.4.2.1-2 y se tomo el valor para la cubierta con inclinación menor a 15 grados ya que la cubierta tiene una inclinación de 14

| Tipo de cubierta | Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta | Carga uniforme (kgf/m ²) m ² de área en planta |
|--|---|--|
| Cubiertas, Azoteas y Terrazas | la misma del resto de la edificación (Nota-1) | la misma del resto de la edificación (Nota-1) |
| Cubiertas usadas para jardines de cubierta o para reuniones | 5.00 | 500 |
| Cubiertas inclinadas con más de 15° de pendiente en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada | 0.35 | 35 |
| Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada | 0.50 | 50 |



B.6.1.3 — CARGA DE VIENTO DE DISEÑO MÍNIMA — La carga de viento de diseño, determinada mediante cualquiera de los procedimientos de la sección B.6.1.1, no deberá ser menor a la especificada a continuación.

B.6.1.3.1 — Sistema Principal Resistente a Cargas de Viento (SPRFV) — Para una edificación cerrada, parcialmente cerrada o para cualquier estructura, la carga de viento a usarse en el diseño de SPRFV no será menor a la multiplicación de 0.40 kN/m^2 por el área de la edificación o estructura, proyectada a un plano vertical normal a la dirección de viento en estudio.

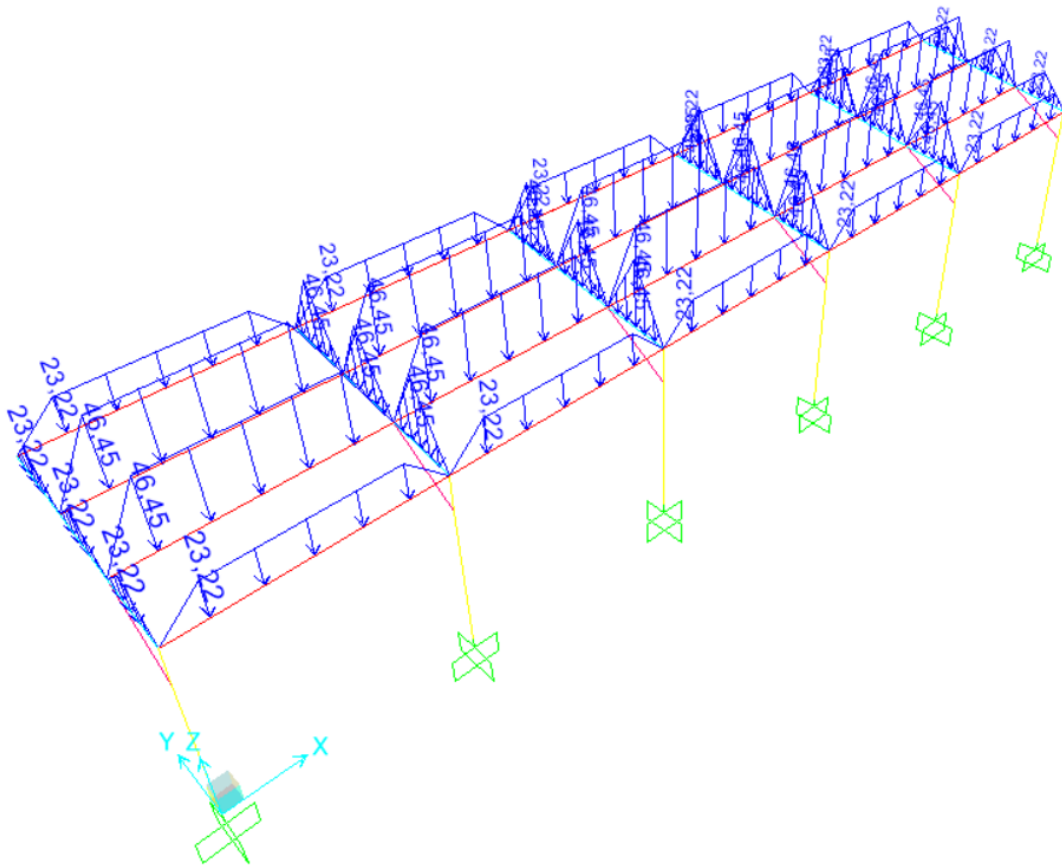


Figura No 1-4 Carga Viento distribuida (W) [kgf, m, C

1.7 CASOS Y COMBINACIONES DE CARGA.

Las combinaciones de carga y factores de carga dados en la sección B.2.4.2 de la NSR-10 deben ser usados en todos los materiales estructurales permitidos por el reglamento de diseño. En este caso se deben utilizar las combinaciones del método de resistencia descritas en la sección B.2.3.1. Según la Norma Sismo Resistente colombiana, en el numeral B.2.4.2, el diseño de las estructuras, sus componentes y cimentaciones debe hacerse de tal forma que sus resistencias de diseño igualen o excedan los efectos producidos por las cargas mayoradas en las siguientes combinaciones:

B.2.4.2 — COMBINACIONES BÁSICAS — El diseño de las estructuras, sus componentes y cimentaciones debe hacerse de tal forma que sus resistencias de diseño igualen o excedan los efectos producidos por las cargas mayoradas en las siguientes combinaciones:

| | |
|--|-----------|
| $1.4(D + F)$ | (B.2.4-1) |
| $1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$ | (B.2.4-2) |
| $1.2D + 1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) + (L \text{ ó } 0.8W)$ | (B.2.4-3) |
| $1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$ | (B.2.4-4) |
| $1.2D + 1.0E + 1.0L$ | (B.2.4-5) |
| $0.9D + 1.6W + 1.6H$ | (B.2.4-6) |
| $0.9D + 1.0E + 1.6H$ | (B.2.4-7) |

TABLE: Load Cases - Summary

| Name | Type |
|------|---------------|
| D | Linear Static |
| L | Linear Static |
| W | Linear Static |

TABLE: Load Combinations

| Name | Load Case | Scale Factor | Type |
|---------------------|-----------|--------------|------------|
| | Combo | | |
| UD1: 1.4D | D | 1.4 | Linear Add |
| UD2: 1.2D+1.6L | D | 1.2 | Linear Add |
| UD2: 1.2D+1.6L | L | 1.6 | |
| UD7: 1.2D+0.8W | D | 1.2 | Linear Add |
| UD7: 1.2D+0.8W | W | 0.8 | |
| UD8: 1.2D+1.6W+1.0L | D | 1.2 | Linear Add |
| UD8: 1.2D+1.6W+1.0L | W | 1.6 | |
| UD8: 1.2D+1.6W+1.0L | L | 1 | |
| UD9: 0.9D+1.6W | D | 0.9 | Linear Add |
| UD9: 0.9D+1.6W | W | 1.6 | |

Donde D es la carga muerta consistente de: i) Peso propio del elemento, ii) Peso de todos los materiales de construcción incorporados a la edificación y que son permanentemente

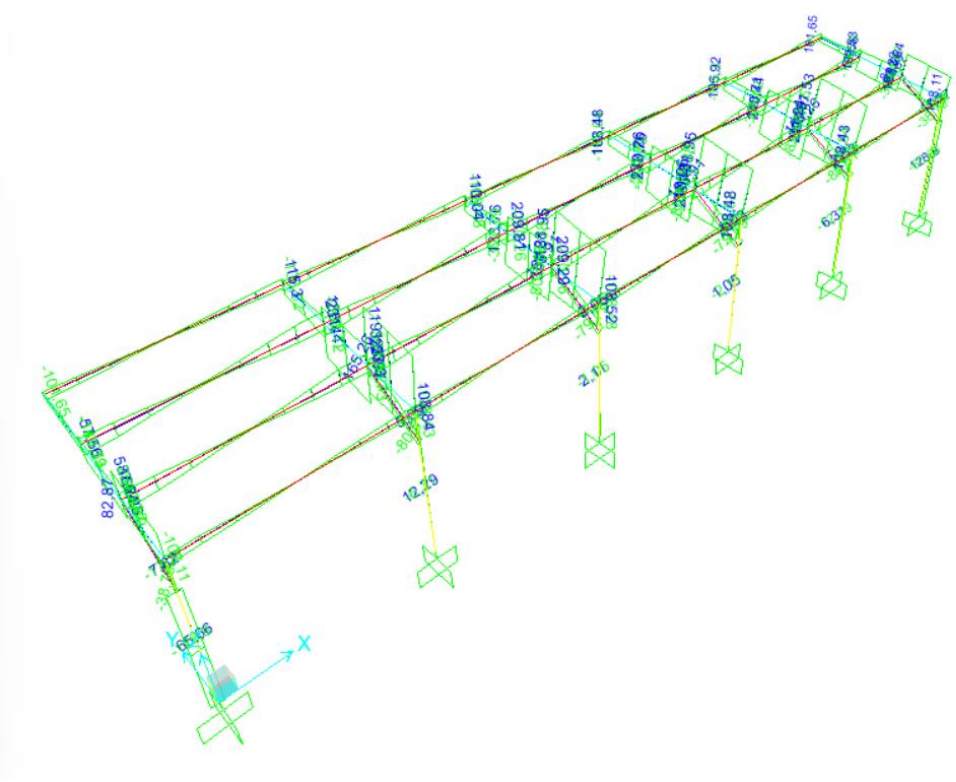
soportados por el elemento; L es la carga viva debida al uso y ocupación de la edificación, incluyendo cargas debidas a objetos móviles; y W es la carga de viento.

2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

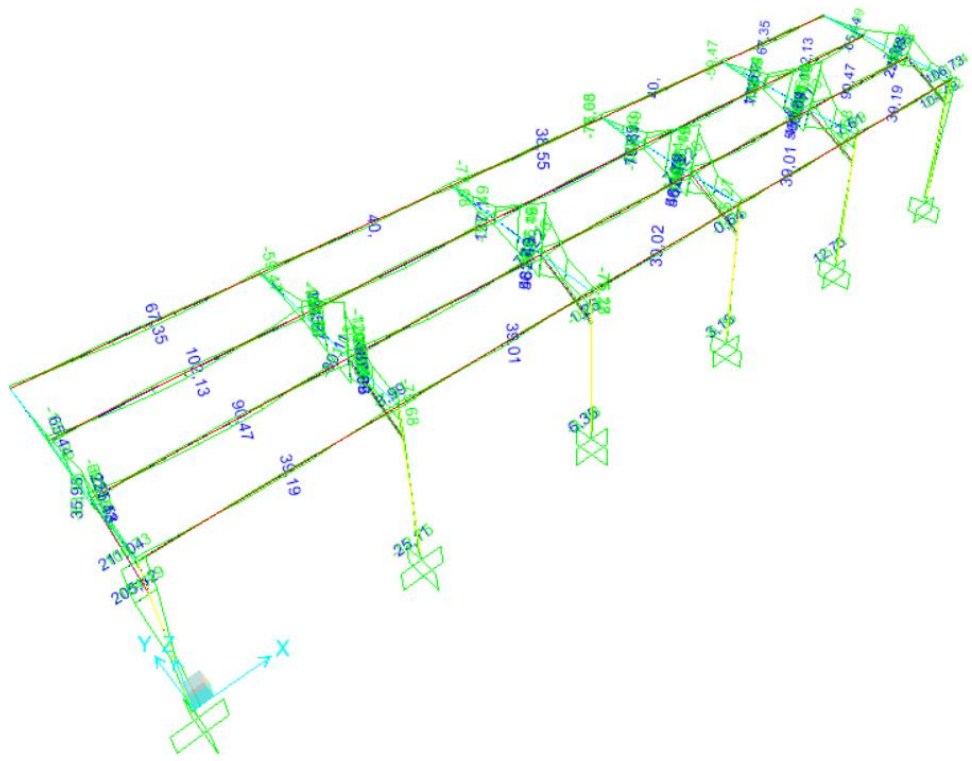
El análisis numérico empleado por el software se realiza a través de elementos finitos para el rango elástico por el método matricial.

| TABLE: Joint Displacements | | | | | | | | | |
|----------------------------|------------|-------------|----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|--------------|
| Joint | OutputCase | CaseType | StepType | U1 | U2 | U3 | R1 | R2 | R3 |
| Text | Text | Text | Text | m | m | m | Radians | Radians | Radians |
| 34 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | ENVOLVENTE | Combination | Min | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 35 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000004084 | 0,003058 | -0,000002162 | 0,001116 | 0,000099 | 0,00017 |
| 35 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000007355 | -0,001342 | -0,000018 | -0,002543 | -0,00005 | -0,000088 |
| 36 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000082 | 0,004731 | -0,000003328 | 0,001241 | 0,000199 | 0,000169 |
| 36 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000041 | -0,002076 | -0,000015 | -0,002829 | -0,000101 | -0,000087 |
| 49 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 49 | ENVOLVENTE | Combination | Min | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000036 | 0,006333 | 0,00000416 | 0,002524 | 0,00002 | 0,000001132 |
| 50 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000018 | -0,003025 | -0,00003 | -0,005283 | -0,00001 | -0,000001883 |
| 51 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000048 | 0,009811 | 0,000001037 | 0,002811 | 0,000017 | 2,572E-07 |
| 51 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000024 | -0,004687 | -0,000024 | -0,005883 | -0,00000853 | 4,208E-08 |
| 59 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000084 | 0,00545 | 0,001812 | 0,003412 | 0,012981 | 0,002632 |
| 59 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000043 | -0,002392 | -0,004149 | -0,007737 | -0,006723 | -0,001361 |
| 60 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000015 | 0,007719 | 0,008956 | 0,00806 | 0,024135 | 0,003106 |
| 60 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,00003 | -0,003391 | -0,020375 | -0,01833 | -0,012407 | -0,001592 |
| 61 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000007624 | 0,010906 | 0,018959 | 0,009025 | 0,027358 | 0,003845 |
| 61 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000003692 | -0,004791 | -0,043143 | -0,020522 | -0,013871 | -0,001959 |
| 62 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000007695 | 0,015961 | 0,019915 | 0,017606 | 0,000257 | 0,000013 |
| 62 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000015 | -0,007612 | -0,041899 | -0,03719 | -0,000468 | -0,000004896 |
| 63 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000048 | 0,011311 | 0,004117 | 0,007622 | 0,000351 | 0,000043 |
| 63 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000024 | -0,005404 | -0,008636 | -0,015985 | -0,000668 | -0,000079 |
| 64 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000002417 | 0,022383 | 0,041583 | 0,019366 | 0,000731 | 0,000124 |
| 64 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,00000111 | -0,010645 | -0,087783 | -0,041047 | -0,000357 | -0,000061 |
| 65 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 65 | ENVOLVENTE | Combination | Min | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 66 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000011 | 0,006228 | 0,000003822 | 0,002475 | 0,000007446 | 3,214E-07 |
| 66 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000005528 | -0,00297 | -0,000029 | -0,00519 | -0,000003749 | -6,044E-07 |
| 67 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000016 | 0,009645 | 7,448E-07 | 0,002755 | 0,000007753 | 4,082E-07 |
| 67 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000007852 | -0,0046 | -0,000024 | -0,005777 | -0,00000391 | -7,635E-07 |
| 68 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000002447 | 0,015717 | 0,01964 | 0,017468 | 0,000036 | 0,000001397 |
| 68 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000004922 | -0,007484 | -0,041378 | -0,036935 | -0,000074 | -0,00000324 |
| 69 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000016 | 0,011117 | 0,004034 | 0,007502 | 0,000015 | 0,00001 |
| 69 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000008021 | -0,005302 | -0,008477 | -0,015757 | -0,000008674 | -0,000005305 |

| | | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|-----|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|--------------|
| 70 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000000759 | 0,022112 | 0,041202 | 0,019329 | 0,000106 | 0,000021 |
| 70 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000000347 | -0,010502 | -0,087072 | -0,040991 | -0,000021 | -0,000041 |
| 71 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 71 | ENVOLVENTE | Combination | Min | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 72 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000005528 | 0,006228 | 0,000003822 | 0,002475 | 0,000003749 | 6,044E-07 |
| 72 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000011 | -0,00297 | -0,000029 | -0,00519 | -0,000007446 | -3,214E-07 |
| 73 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000007852 | 0,009645 | 7,448E-07 | 0,002755 | 0,00000391 | 7,635E-07 |
| 73 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000016 | -0,0046 | -0,000024 | -0,005777 | -0,000007753 | -4,082E-07 |
| 74 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000004922 | 0,015717 | 0,01964 | 0,017468 | 0,000074 | 0,00000324 |
| 74 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000002447 | -0,007484 | -0,041378 | -0,036935 | -0,0000036 | -0,000001397 |
| 75 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000008021 | 0,011117 | 0,004034 | 0,007502 | 0,000008674 | 0,000005305 |
| 75 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000016 | -0,005302 | -0,008477 | -0,015757 | -0,000015 | -0,00001 |
| 76 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000000347 | 0,022112 | 0,041202 | 0,019329 | 0,000021 | 0,000041 |
| 76 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000000759 | -0,010502 | -0,087072 | -0,040991 | -0,000106 | -0,000021 |
| 77 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 77 | ENVOLVENTE | Combination | Min | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 78 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000018 | 0,006333 | 0,00000416 | 0,002524 | 0,00001 | 0,000001883 |
| 78 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000036 | -0,003025 | -0,000003 | -0,005283 | -0,000002 | -0,000001132 |
| 79 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000024 | 0,009811 | 0,000001037 | 0,002811 | 0,00000853 | -4,208E-08 |
| 79 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000048 | -0,004687 | -0,0000024 | -0,005883 | -0,0000017 | -2,572E-07 |
| 80 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000015 | 0,015961 | 0,019915 | 0,017606 | 0,000468 | 0,000004896 |
| 80 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000007695 | -0,007612 | -0,041899 | -0,03719 | -0,000257 | -0,000013 |
| 81 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000024 | 0,011311 | 0,004117 | 0,007622 | 0,000668 | 0,000079 |
| 81 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000048 | -0,005404 | -0,008636 | -0,015985 | -0,000351 | -0,000043 |
| 82 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,00000111 | 0,022383 | 0,041583 | 0,019366 | 0,000357 | 0,000061 |
| 82 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000002417 | -0,010645 | -0,087783 | -0,041047 | -0,000731 | -0,000124 |
| 83 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 83 | ENVOLVENTE | Combination | Min | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 84 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000007355 | 0,003058 | -0,000002162 | 0,001116 | 0,000005 | 0,0000088 |
| 84 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000004084 | -0,001342 | -0,0000018 | -0,002543 | -0,0000099 | -0,000017 |
| 85 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000041 | 0,004731 | -0,000003328 | 0,001241 | 0,000101 | 0,0000087 |
| 85 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000082 | -0,002076 | -0,0000015 | -0,002829 | -0,000199 | -0,000169 |
| 86 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000003 | 0,007719 | 0,008956 | 0,00806 | 0,012407 | 0,001592 |
| 86 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000015 | -0,003391 | -0,020375 | -0,01833 | -0,024135 | -0,003106 |
| 87 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000043 | 0,00545 | 0,001812 | 0,003412 | 0,006723 | 0,001361 |
| 87 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000084 | -0,002392 | -0,004149 | -0,007737 | -0,012981 | -0,002632 |
| 88 | ENVOLVENTE | Combination | Max | 0,000003692 | 0,010906 | 0,018959 | 0,009025 | 0,013871 | 0,001959 |
| 88 | ENVOLVENTE | Combination | Min | -0,000007624 | -0,004791 | -0,043143 | -0,020522 | -0,027358 | -0,003845 |

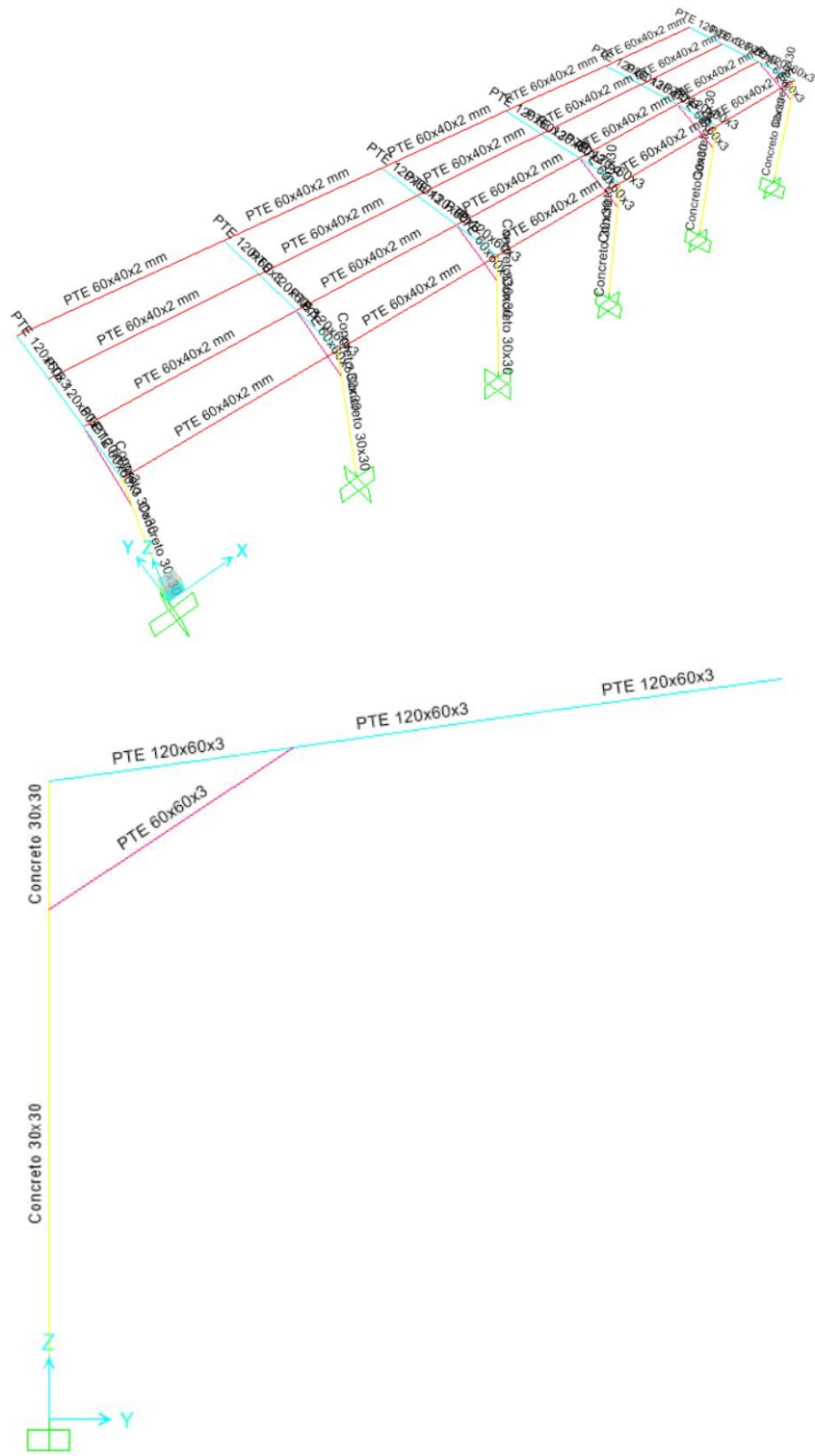


Shear Force 2-2 Diagram (ENVOLVENTE) [N]



Moment 3-3 Diagram (ENVOLVENTE) [N.m]

3. DISEÑO ESTRUCTURAL



SECTIONS PROPERTIES

Se realiza el diseño de las secciones haciendo el chequeo del diseño de acero con la proporción de interacción donde realizamos los cambios en los PTE necesarios para la estabilización y la correcta distribución de cargas en los elementos estructurales.

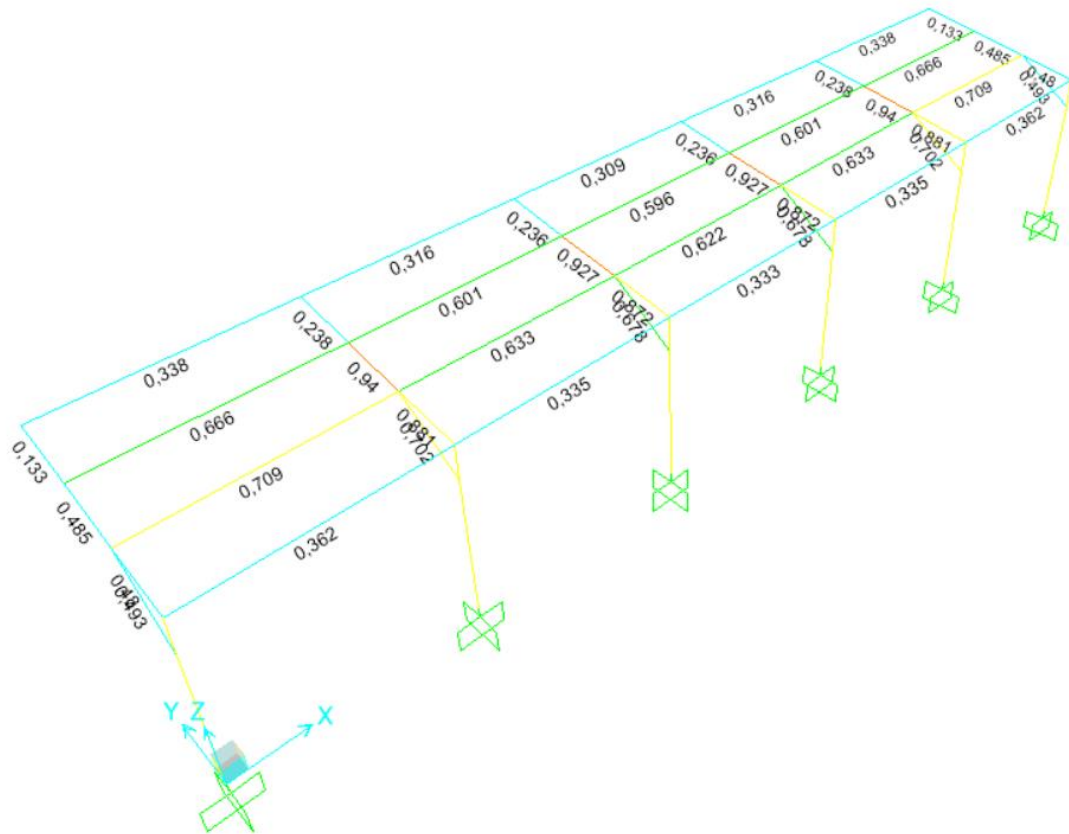
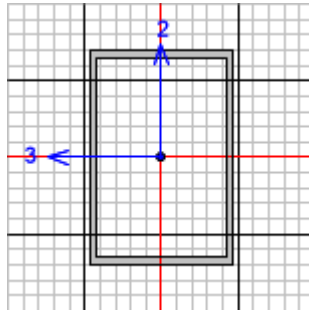


Diagrama interaction ratios



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

Frame : 45 X Mid: 1,85 Combo: COMB1: 1.4 (D+SD) Design Type: Beam
Length: 3,7 Y Mid: 0, Shape: PTE 60x40x2 mm Frame Type: IMF
Loc : 0, Z Mid: 3, Class: Compact Princpl Rot: 0, degrees

Provision: LRFD Analysis: Effective Length
D/C Limit=0,95 2nd Order: General 2nd Order
Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

| | | | |
|----------|------------|-----------|------------|
| SDC: D | I=1, | Rho=1, | Sds=0,81 |
| R=1,13 | Omega0=3, | Cd=1,5 | |
| PhiB=0,9 | PhiC=0,9 | PhiTY=0,9 | PhiTF=0,75 |
| PhiS=0,9 | PhiS-RI=1, | PhiST=0,9 | |

| | | | | |
|-------------|---------------|-----------|---------------|-------------------|
| A=3,840E-04 | I33=1,932E-07 | r33=0,022 | S33=6,438E-06 | Av3=1,600E-04 |
| J=2,024E-07 | I22=1,023E-07 | r22=0,016 | S22=5,114E-06 | Av2=2,400E-04 |
| E=2,039E+10 | Fy=35180208,6 | Ry=1,4 | z33=7,776E-06 | Cw = Not Required |
| RLLF=1, | Fu=43337938,2 | | z22=5,856E-06 | |

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

DESIGN MESSAGES

Warning: $kl/r > 200$ (AISC E2)

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB1: 1.4 (D+SD))

| Location | Pu | Mu33 | Mu22 | Vu2 | Vu3 | Tu |
|----------|---------|---------|--------|---------|-------|--------|
| 0, | -26,826 | -28,394 | -1,557 | -41,902 | -0,86 | -0,479 |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)

D/C Ratio: $0,135 = 0,011 + 0,115 + 0,008$
 $= (1/2) (Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)$

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

| Factor | L | K1 | K2 | B1 | B2 | Cm |
|---------------|----|----|----|----|----|-------|
| Major Bending | 1, | 1, | 1, | 1, | 1, | 1, |
| Minor Bending | 1, | 1, | 1, | 1, | 1, | 0,217 |

| | Lltb | Kltb | Cb |
|-----|------|------|-------|
| LTB | 1, | 1, | 2,344 |

| | Pu Force | phi*Pnc Capacity | phi*Pnt Capacity |
|-------|-------------|---------------------|---------------------|
| Axial | -26,826 | 1186,874 | 12158,28 |

| | Mu Moment | phi*Mn Capacity | phi*Mn No LTB | phi*Mn Cb=1 |
|--|--------------|--------------------|------------------|----------------|
|--|--------------|--------------------|------------------|----------------|

| | | | | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|
| Major Moment | -28,394 | 246,205 | 246,205 | 246,205 |
| Minor Moment | -1,557 | 185,414 | | |

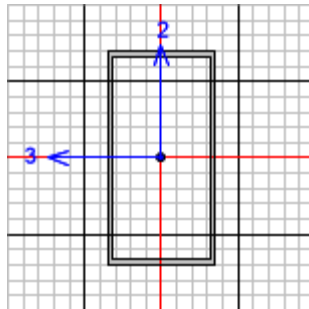
| | | | |
|---------|--------|----------|----------|
| | Tu | Tn | phi*Tn |
| | Moment | Capacity | Capacity |
| Torsion | -0,479 | 185,437 | 166,893 |

SHEAR CHECK

| | | | | | | | |
|-------------|--------|----------|--|-------|----------|--------|--------|
| | | | | Vu | phi*Vn | Stress | Status |
| | | | | Force | Capacity | Ratio | Check |
| Major Shear | 41,902 | 4103,42 | | 0,01 | | OK | |
| Minor Shear | 0,86 | 2583,635 | | 0, | | OK | |

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

| | | |
|------------|--------|--------|
| | VMajor | VMajor |
| | Left | Right |
| Major (V2) | 41,902 | 42,172 |



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

| | | | |
|---------------|--------------|--------------------------|-------------------------|
| Frame : 51 | X Mid: 3,7 | Combo: COMB1: 1.4 (D+SD) | Design Type: Brace |
| Length: 1,161 | Y Mid: 1,725 | Shape: PTE 120x60x3 | Frame Type: IMF |
| Loc : 0, | Z Mid: 3,242 | Class: Compact | Princpl Rot: 0, degrees |

Provision: LRFD Analysis: Effective Length
D/C Limit=0,95 2nd Order: General 2nd Order
Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

| | | | |
|----------|------------|-----------|------------|
| SDC: D | I=1, | Rho=1, | Sds=0,81 |
| R=1,13 | Omega0=3, | Cd=1,5 | |
| PhiB=0,9 | PhiC=0,9 | PhiTY=0,9 | PhiTF=0,75 |
| PhiS=0,9 | PhiS-RI=1, | PhiST=0,9 | |

| | | | | |
|-------------|---------------|-----------|---------------|-------------------|
| A=0,001 | I33=1,973E-06 | r33=0,043 | S33=3,288E-05 | Av3=3,600E-04 |
| J=1,534E-06 | I22=6,641E-07 | r22=0,025 | S22=2,214E-05 | Av2=7,200E-04 |
| E=2,039E+10 | Fy=35180208,6 | Ry=1,4 | z33=4,055E-05 | Cw = Not Required |
| RLLF=1, | Fu=43337938,2 | | z22=2,489E-05 | |

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo COMB1: 1.4 (D+SD))

| | | | | | | |
|----------|--------|----------|--------|----------|-------|-------|
| Location | Pu | Mu33 | Mu22 | Vu2 | Vu3 | Tu |
| 0, | -46,21 | -464,728 | -0,453 | -320,559 | -0,33 | 0,841 |

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)

D/C Ratio: 0,363 = 0, + 0,362 + 0,
= (1/2) (Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

| Factor | L | K1 | K2 | B1 | B2 | Cm |
|---------------|----|----|----|----|----|-------|
| Major Bending | 1, | 1, | 1, | 1, | 1, | 1, |
| Minor Bending | 1, | 1, | 1, | 1, | 1, | 0,662 |

| | Lltb | Kltb | Cb |
|-----|------|------|-------|
| LTB | 1, | 1, | 1,448 |

| | Pu Force | phi*Pnc Capacity | phi*Pnt Capacity |
|-------|-------------|---------------------|---------------------|
| Axial | -46,21 | 27100,045 | 33055,324 |

| | Mu Moment | phi*Mn Capacity | phi*Mn No LTB | phi*Mn Cb=1 |
|--------------|--------------|--------------------|------------------|----------------|
| Major Moment | -464,728 | 1284,028 | 1284,028 | 1284,028 |
| Minor Moment | -0,453 | 788,199 | | |

| | Tu Moment | Tn Capacity | phi*Tn Capacity |
|---------|--------------|----------------|--------------------|
| Torsion | 0,841 | 842,419 | 758,177 |

SHEAR CHECK

| | | | Vu Force | phi*Vn Capacity | Stress Ratio | Status Check |
|-------------|---------|----------|-------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| Major Shear | 320,559 | 12652,21 | 0,025 | OK | | |
| Minor Shear | 0,33 | 5813,178 | 5,684E-05 | OK | | |

BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS

| | P Comp | P Tens |
|-------|-----------|-----------|
| Axial | -46,21 | 0, |