PROYINT
Proyectos e Interventoria S.A.S

ESTRUCTURAL

"CONTRATAR LA CONSULTORÍA ESPECIALIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS, DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS, ESTRUCTURALES, HIDRAULICOS, SANITARIOS, ELECTRICOS, PRESUPUESTALES Y DEMAS REQUERIDOS PARA LA FORMULACION Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO DE SOLUCIONES DE VIVIENDA EN EL CASCO URBANO, Y ESCENARIOS DEPORTIVOS ORIENTADOS AL FOMENTO DE LA RECREACION, ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTE EN EL MUNICIPIO DE LA UVITA DEPARTAMENTO DE BOYACA".

Carrera 68D No 25-86 To A of 715
Bogotá-Colombia interproyint@gmail.com
Teléfono: (601) 7046932 290
Celular: 312- 449 1539

PROYINT
Proyectos e Interventoria S.A.S

ESTRUCTURAL

- MEMORIAS DE CALCULO
- PLANOS 1-3

"CONTRATAR LA CONSULTORÍA ESPECIALIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS, DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS, ESTRUCTURALES, HIDRAULICOS, SANITARIOS, ELECTRICOS, PRESUPUESTALES Y DEMAS REQUERIDOS PARA LA FORMULACION Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO DE SOLUCIONES DE VIVIENDA EN EL CASCO URBANO, Y ESCENARIOS DEPORTIVOS ORIENTADOS AL FOMENTO DE LA RECREACION, ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTE EN EL MUNICIPIO DE LA UVITA DEPARTAMENTO DE BOYACA".

Carrera 68D No 25-86 To A of 715
Bogotá-Colombia interproyint@gmail.com
Teléfono: (601) 7046932 291
Celular: 312- 449 1539

PROYINT
Proyectos e Interventoría S.A.S

MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

"CONTRATAR LA CONSULTORÍA ESPECIALIZADA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS, DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS, ESTRUCTURALES, HIDRAULICOS, SANITARIOS, ELECTRICOS, PRESUPUESTALES Y DEMAS REQUERIDOS PARA LA FORMULACION Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROYECTO DE SOLUCIONES DE VIVIENDA EN EL CASCO URBANO, Y ESCENARIOS DEPORTIVOS ORIENTADOS AL FOMENTO DE LA RECREACION, ACTIVIDAD FISICA Y DEPORTE EN EL MUNICIPIO DE LA UVITA DEPARTAMENTO DE BOYACA".

Diseñado por:
DIEGO ARMANDO MONTOYA MEDINA
Ingeniero Civil – Especialista en Estructuras UPTC.
M.P. 15202148513 BYC

MAYO DE 2026

PROYINT
Proyectos e Interventoría S.A.S.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 5
2. OBJETIVO 5
3. ALCANCE 5
4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 6
5. ESQUEMAS DE LA ESTRUCTURA 7
6. DISEÑO ESTRUCTURAL 9
   - 6.1. MATERIALES 9
   - 6.2. CARGAS 10
   - CARGAS DE DISEÑO 10
   - 6.3. SISTEMA ESTRUCTURAL 11
   - 6.4. EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA 11
   - 6.5. CHEQUEO DE IRREGULARIDADES 12
   - 6.6. CORTANTE BASAL: 12
   - 6.7. CÁLCULO DE DERIVAS 14
   - 6.8. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA 15
   - 6.9. DISEÑO DE CUBIERTA 16
   - 6.10. DISEÑO DE ESTRUCTURA PRINCIPAL 19
   - 6.11. DISEÑO DE ZAPATAS 27
7. LISTADO APROXIMADO DE MATERIALES 41
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42

Carrera 68D No 25-86 To A of 715
Bogotá-Colombia interproyint@gmail.com
Teléfono: (601) 7046932
Celular: 312- 449 1539

PROYINT
Proyectos e Interventoría S.A.S.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables para cálculo de empuje de viento 11
Tabla 2. combinaciones de carga en sentidos x & y para las correas 17
Tabla 3. Propiedades de sección de correa 18
Tabla 4. Parámetros sísmicos 20
Tabla 5. Valores para Espectro de aceleración 21
Tabla 6. Solicitaciones de carga en cimentación 28
Tabla 7. Tamaño mínimo de soldaduras tipo filete 37
Tabla 8. Cantidades aproximadas estructura metálica de cubierta 41

PROYINT
Proyectos e Interventoría S.A.S.

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Vista transversal de cubierta 7
Esquema 2. Vista longitudinal de cubierta 7
Esquema 3. Vista superior de cubierta 8
Esquema 4. Pendiente y separación correas (mm) 16
Esquema 5. Luz de correas (mm) 16
Esquema 6. Perfil de correa cubierta (Dimensiones en milímetros) 18
Esquema 7. Combinaciones de carga empleadas 20
Esquema 8. Espectro de aceleración para la zona en la cual se instalará la cubierta 22
Esquema 9. Estructura en SAP2000® 24
Esquema 10. Vista extruida de la cubierta, SAP2000® 24
Esquema 11. Cargas aplicadas sobre correas 25
Esquema 12. Carga de viento, SAP2000® 25
Esquema 13. Respuesta de la estructura de la cubierta ante Envolvente de combinaciones de carga, SAP2000® 26
Esquema 14. Diseño de zapatas esquineras 29
Esquema 15. Diseño de zapatas excéntricas 30
Esquema 16. Topología de nudos 31
Esquema 17. Diseño de zapatas excéntricas 32
Esquema 18. Diseño de zapatas esquineras 33
Esquema 16. Dimensiones de base de columnas 36
Esquema 17. indicación de ángulo en rigidizadores 37
Esquema 18. Soldadura en base de columnas 38

Carrera 68D No 25-86 To A of 715
Bogotá-Colombia interproyint@gmail.com
Teléfono: (601) 7046932 295
Celular: 312- 449 1539

PROYINT
Proyectos e Interventoría S.A.S

1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria de cálculo describe los procedimientos de diseño empleados para definir la geometría, distribución y composición de los diferentes elementos que conforman la cubierta en estructura metálica para la zona de la pisicina del Colegio Nuestra Señora De Las Mercedez, ubicada en el casco urbano del Municipio de la Uvita.

La cubierta se compone de cinco pórticos en los cuales se apoyan las correas.

2. OBJETIVO

Con los procedimientos plasmados en este diseño estructural se busca establecer y garantizar la geometría y composición de la estructura para la cancha deportiva, ubicada en el Sector Marislán Vereda De Poravita, Boyacá y que hará parte de una cancha multifuncional existente, siguiendo y cumpliendo todos los lineamientos dados por la NSR-10.

3. ALCANCE

El alcance de este diseño estructural parte de las condiciones dadas por la topografía en campo y fijadas en el diseño arquitectónico hasta el desarrollo estructural requerido por los entes de revisión y control que avalan el buen desarrollo y cumplimiento normativo del diseño mostrado tanto en los planos como en las memorias de cálculo mediante la aprobación por medio de la licencia.

Carrera 68D No 25-86 To A of 715
Bogotá-Colombia interproyint@gmail.com
Teléfono: (601) 7046932 296
Celular: 312- 449 1539

4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en el sector donde se localiza actualmente la piscina de la IE Nuestra Señora de las Mercedes en el casco urbano del municipio de la Uvita, Boyacá.

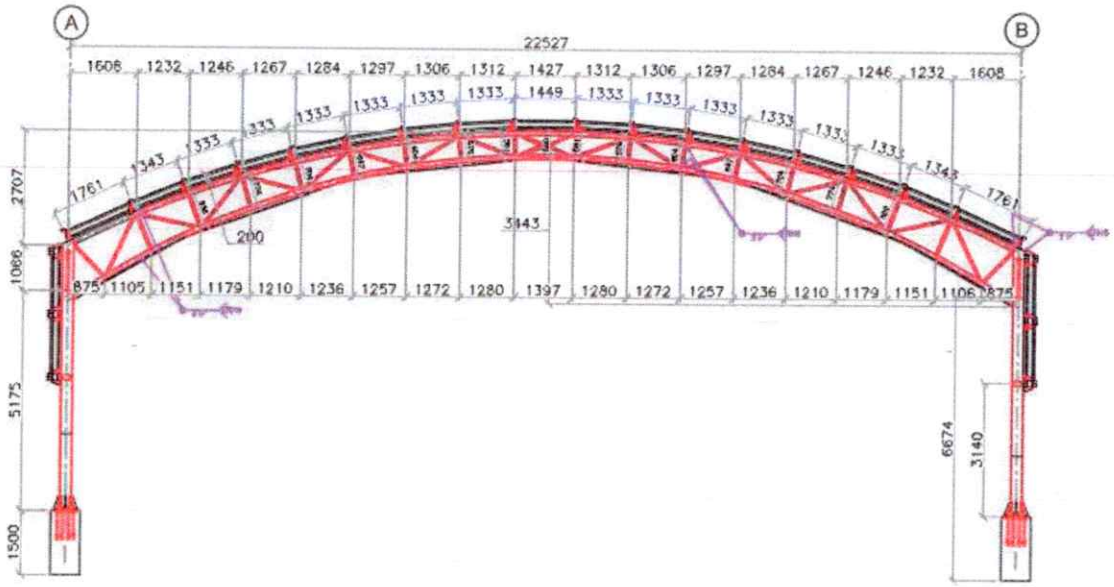
Las coordenadas en sistema de latitud y longitud donde se ubica el sitio del proyecto son: Latitud = 6°18´45.9" N Longitud = 72°33´26.5"O.



Localización General IE Nuestra Señora de las Mercedes

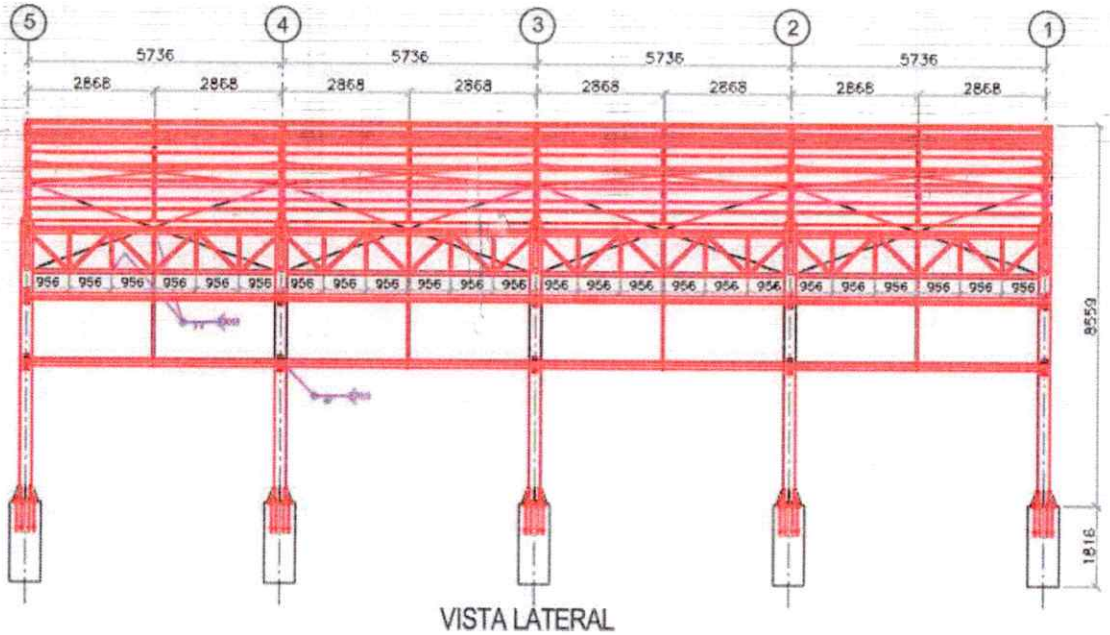
5. ESQUEMAS DE LA ESTRUCTURA

A continuación, se muestra la geometría general de la cubierta:



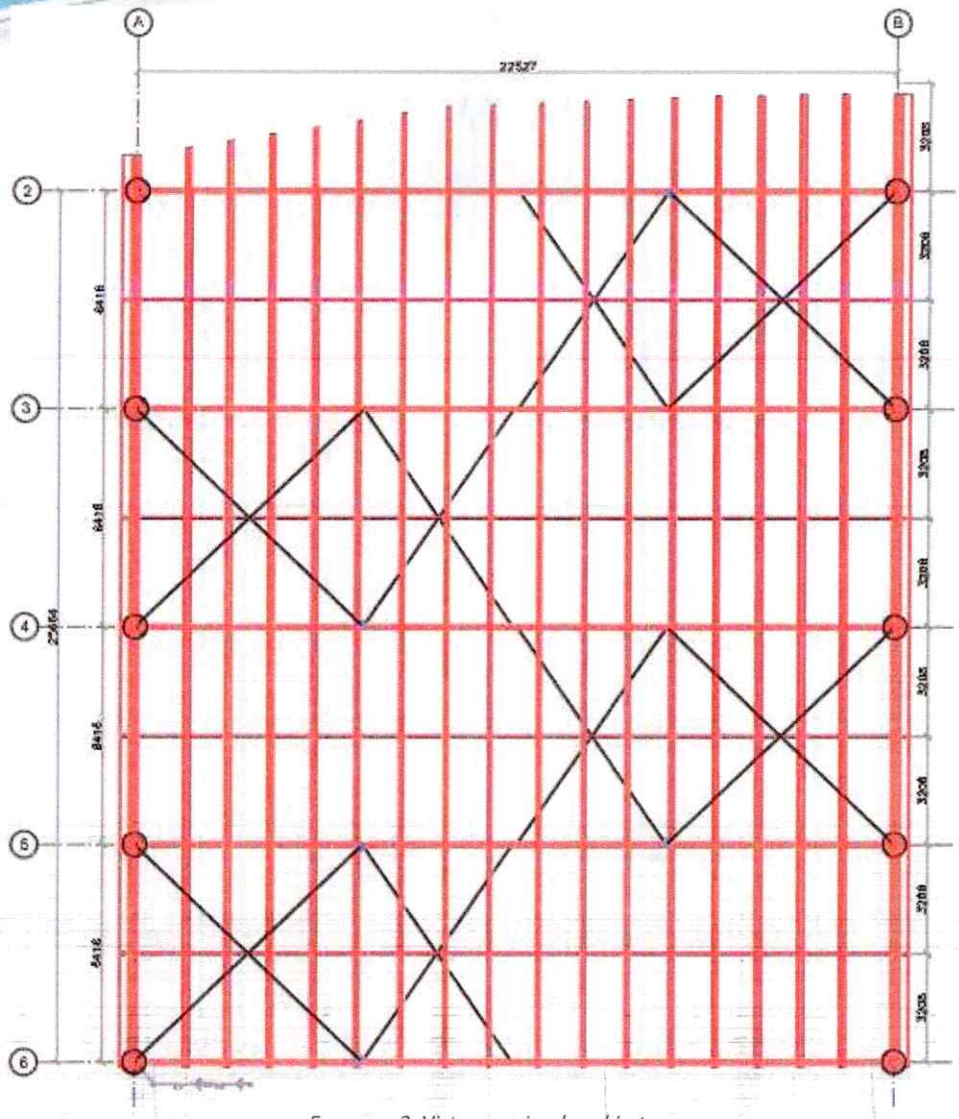
VISTA FRONTAL

Esquema 1. Vista transversal de cubierta



VISTA LATERAL

Esquema 2. Vista longitudinal de cubierta



Esquema 3. Vista superior de cubierta

Carrera 68D No 25-86 To A of 715
Bogotá-Colombia interproyint@gmail.com
Teléfono: (601) 7046932 299
Celular: 312- 449 1539

6. DISEÑO ESTRUCTURAL

El presente diseño estructural tiene como base el método L.R.F.D. (*Load and resistance factor design),* este es un procedimiento que se basa en la determinación de las acciones que se presentan en las secciones críticas de un miembro estructural o estructura bajo el efecto de las acciones de diseño o cargas factorizadas, luego estos valores son comparados con la carga última, que se obtiene al considerar una resistencia reducida del elemento, obtenida con la aplicación de un factor de reducción de resistencia, logrando probabilidades aceptables para que una estructura no llegue a fallar durante su vida útil. **El diseño se hace método de análisis directo.**

El sistema sísmico se contempla como uno con capacidad especial de disipación de energía, es decir, el sistema sísmico está diseñado para soportar una acción inelástica especial, ocasionada en algunos miembros por el sismo de diseño. (DES).

6.1. MATERIALES

Los materiales para emplear dentro del diseño son:

- Concreto con f'c = 3500 p.s.i. (450 kgf/cm²). E_C=23.264 MPa
- Acero de refuerzo para concreto estructural, según Norma NTC 2289, Fy=60 k.s.i (4200 kgf/cm²). E_S=200.000 MPa
- Tubería estructural circular en acero, según Norma ASTM A500 Grado B, Fy=3220 kgf/cm².
- Perfiles angulares y láminas en acero según Norma ASTM A572 Grado 50, Fy=3500 kgf/cm².
- Perfiles para correas según Norma ASTM A1011, Fy=3500 kgf/cm².
- Soldadura según Norma AWS, código E-7018, con resistencia mínima del electrodo de 70 k.s.i. (4900 kgf/cm²)
- Pernos de anclaje acero, según Norma ASTM A572 Grado 50, Fy=3500 kgf/cm².
- Tornillería adicional, según Norma ASTM A325.

6.2. CARGAS

CARGAS DE DISEÑO

- Carga muerta (D):

Perfilería:	8 kgf/m²
Teja:	5 kgf/m²
Cargas adic. (paneles solares proyectados)	25 kgf/m²
Total:	38 kgf/m²

- Cargas viva de cubierta (Lr):

LR1	Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos.	0.50 kN/m2
LR2	Cubiertas inclinadas con mas de 15° de pendiente.	0.35 kN/m2

- Carga por granizo (G): 100 kgf/m² (reemplaza la carga viva).
- Carga de viento (W): Para la definición de la carga de viento, se define la edificación como un edificio bajo (B.6.2 NSR-10), de acuerdo con esto, el numeral B.6.1.1 permite aplicar el método simplificado para el cálculo de la fuerza de viento, obteniéndose los siguientes valores:

PARÁMETRO	SÍMBOLO	VALOR	REFERENCIA NSR-10
Región de diseño		2	Figura B.6.4-1
Velocidad básica de viento	V	100 km/h (28 m/s)	Figura B.6.4-1
Factor de dirección del viento	Kd	0,85	Tabla B.6.5-4
Factor de importancia	I	0,87	Tabla B.6.5-1
Rugosidad del terreno	Rt	B	B.6.5.6.2
Categoría de exposición	Ce	B	B.6.5.6.3
Coeficiente de ajuste por altura y exposición	I	1,16	Figura B.6.4-2 (cont.)
Factor Topográfico	Kzt	1	B.6.5.7

Coeficiente de exposición de presión por velocidad	Kz	0,70	Tabla B.6.5-3
Factor de ráfaga	G	0,85	B.6.5.8

Tabla 1. Variables para cálculo de empuje de viento

De acuerdo con B.6.4.2.2.1, la presión mínima de viento será 0.4 kN/m² o 40 kgf/m², por lo anterior, las cargas de viento de diseño son:

- Compresión = 40 kgf/m²
- Succión = 40 kgf/m²

6.3. SISTEMA ESTRUCTURAL

Sistema estructural de pórticos resistente a momentos – Estructuras de Péndulo invertido - Pórticos de acero resistentes a momento con capacidad moderada de disipación de energía (DES) – (Ro = 2.5) (Ω_O=2.0)

6.4. EVALUACIÓN DEL COEFICIENTE DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA:

$$R = Øa * Øp * Ør * R_0$$

Øa = coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidades en altura de la edificación.

Øp = coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidades en planta de la edificación.

Ør = coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por ausencia de redundancia en el sistema de resistencia sísmica (Ør = 0.75 según A.3.3.8.2).

R_0 = coeficiente de capacidad de disipación de energía básico definido para cada sistema estructural y cada grado de capacidad de disipación de energía del material estructural.

$$R = 1.0 * 1.0 * 0.75 * (0.9 * 2.5)$$

$$R = 1.69$$

Capacidad de Disipación de Energía:	Especial		
Coeficiente de Capacidad de Disipación de Energía	2.5		A.3.3.3-Tabla
Coeficiente de Reducción (ϕ_a):	1.0		tabla A.3-7,
Coeficiente de Reducción (ϕ_p):	1.0		tabla A.3-6,
Coeficiente de Reducción (ϕ_r):	0.75		A.3.3.8
de Diseño ($R = \phi_a\phi_p\phi_r R_0$):	1.69		form. A.3.3-1

6.5. CHEQUEO DE IRREGULARIDADES:

Con base en la geometría en planta y en elevación (longitudinal y transversal) de la cubierta, y empleando las irregularidades definidas en las tablas A.3.6 y A.3.7 de NSR-10, se concluye que la estructura de cubierta no cuenta con irregularidades ni en planta ni en altura en razón a su configuración espacial.

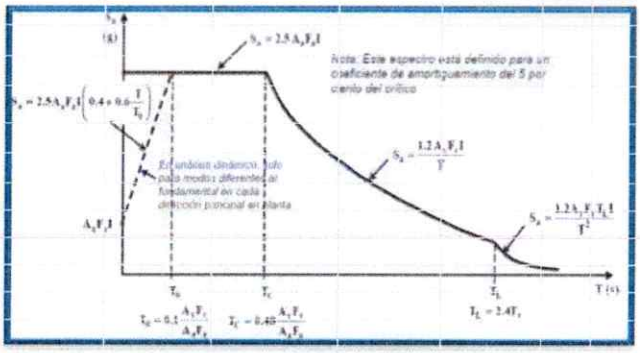
6.6. CORTANTE BASAL:

Al evaluar los efectos de fuerzas de sismo en la base de la estructura, se tiene los siguientes valores:

PROYINT
Proyectos e Interventoría S.A.S

CONSTRUCCIÓN DE LA CUBIERTA DE PISICINA COLEGIO NUESTRA SEÑORA DE LAS MERCEDEZ

CÁLCULO DEL CORTANTE BASAL DE LA ESTRUCTURA (ESPECTRO DE DISEÑO NSR-10)
CÁLCULO DEL CORTANTE BASAL DE LA ESTRUCTURA



Periodo fundamental de la edificación

$T_a = C_t h_n^{\alpha}$

C_t=	0.0720	Cu=	1.2
α=	0.80		
h_n=	**8.559**	m	
T_a=	0.40	s	
CuTa=	**0.481**		
Tmodelo=	**0.315**	**OK (NSR10 A.4.2.1)**	

Zona de amenaza sísmica

Alta

Aa=	**0.25**
Av=	**0.25**
Fa=	**1.30**
Fv=	**1.90**
To =	0.15
Tc =	0.702
TL =	4.560

Efectos Locales

Tipo de Perfil = **D**

Importancia

Grupo: **III**

I= **1.25**

$Sa = 2.5 * Aa * F$ * I **Sa= 1.0156**

$Sa = \frac{1.2 * Av * Fv * I}{T}$ Sa= 1.480

$Sa = \frac{1.2 * Av * Fv * T_L * I}{T}$ Sa= 14.023

Estructura Regular

Sa=	**1.0156**	s
g=	**9.806**	m/s2
M=	26.15	Tonf
V_s=	**26.5586**	Tonf
80% V_s=	**21.2469**	Tonf

Masa obtenida del modelo

MODELO INICIAL

Response Espectrum Base Reactions

PORCENTAJE PARA REVISIÓN DE CORTANTE BASAL DE ACUERDO A A.5.4.5 NSR-10: **80%**

	F	TOTAL	FACTOR		g corregido
Vs(x)=	20.84	20.84	1.01942	9.9964	Se aplica en Sismo X
Vs(y)=	20.95	20.95	1.01414	9.9446	Se aplica en Sismo Y

MODELO CORREGIDO

Response Espectrum Base Reactions

	F	TOTAL	90% Vs	
Vs(x)=	22.23	22.23	21.25	OK
Vs(y)=	22.23	22.23	21.25	OK

Carrera 68D No 25-86 To A of 715
Bogotá-Colombia interproyint@gmail.com
Teléfono: (601) 7046932 304
Celular: 312- 449 1539

PERIODO DE LA ESTRUCTURA OBTENIDO DEL MÓDELO COMPUTACIONAL

PERIODOS Y FRECUENCIAS DE LA ESTRUCTURA					
Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad²/sec²
Modal	1	0.315	3.175	15.1897	230.7279
Modal	2	0.301	3.322	16.7353	280.0695
Modal	3	0.299	3.344	21.0004	441.018
Modal	4	0.144	6.944	43.5214	1894.1094
Modal	5	0.134	7.463	46.7657	2187.0329
Modal	6	0.118	8.475	53.2164	2831.9816
Modal	7	0.103	9.709	60.7428	3689.6934
Modal	8	0.099	10.101	63.4635	4027.6218
Modal	9	0.092	10.870	68.3731	4674.8788
Modal	10	0.006	166.667	1068.6929	1142104.522
Modal	11	0.002	654.254	2733.2806	7470822.909
Modal	12	0.001	1387.450	8715.6506	75962565

Chequeo del periodo de la estructura del modelo vs el máximo permitido (CuTa) NSR-10 A.4.2.1

Teniendo en cuenta la altura de la edificación: 8.559 m

El periodo fundamental aproximado (según A.4.2.2-NSR-10)

Ta = 0.4 s
Cu = 1.20
Cu*Ta = 0.481 s

El periodo obtenido del modelo es: 0.315 < 0.481 OK

6.7. CÁLCULO DE DERIVAS:

Para el tema de derivas se tiene en cuenta el aparte de la NSR-10 A.6.4.1.5 y las notas de la tabla A.3-3 de y que adicional la estructura no tiene elementos No estructurales susceptibles a daño. Adicional a esto, tampoco se encuentra colindando con estructuras con las que pueda chocar durante los posibles desplazamientos.

6.8. ANÁLISIS DEL SISTEMA DE RESISTENCIA SÍSMICA

De acuerdo con las indicaciones de NSR-10 en su numeral A.3.7.1, los lineamientos para realizar el análisis del sistema de resistencia son los siguientes:

- Se emplea diseño por el método L.R.F.D. (*Load and resistance factor design).*
- Se usan las combinaciones de carga dadas en B.2.4.
- Las fuerzas sísmicas se reducen dividiéndolas por el coeficiente de capacidad de disipación de energía R.
- Diseño de cimentaciones con base en lo expuesto en los títulos B, C y H de NSR-10.
- Se emplea el espectro de aceleración para definir la carga de sismo, esto con base en los diferentes parámetros sísmicos indicados más adelante.

PARTICIPACIÓN DE LA MASA DE LA ESTRUCTURA:

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
OutputCase	StepType	StepNum	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.000101	3.602E-10	0.000556	0.000101	3.602E-10
MODAL	Mode	2	0.000403	2.375E-11	0.000579	0.000504	3.84E-10
MODAL	Mode	3	0.000001653	2.997E-09	0.000144	0.000506	3.381E-09
MODAL	Mode	4	0.000000662	1.002E-09	0.001333	0.000506	4.383E-09
MODAL	Mode	5	2.991E-09	5.275E-11	0.000105	0.000506	4.436E-09
MODAL	Mode	6	0.00001	1.188E-08	0.000628	0.000517	1.632E-08
MODAL	Mode	7	0.000037	6.471E-09	0.000428	0.000553	2.279E-08
MODAL	Mode	8	0.000005506	1.177E-07	0.000574	0.000559	1.405E-07
MODAL	Mode	9	7.911E-09	4.665E-08	0.00086	0.000559	1.871E-07
MODAL	Mode	10	4.605E-07	2.058E-08	0.000596	0.000559	2.077E-07
MODAL	Mode	11	0.959777	2.965E-10	1.511E-07	0.960336	0.000000208
MODAL	Mode	12	9.908E-12	0.964773	0.000000322	**0.960336**	**0.964773**

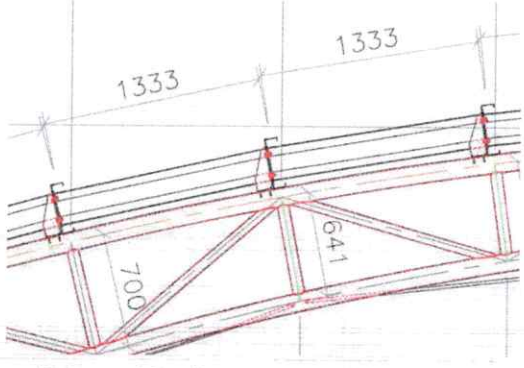
6.9. DISEÑO DE CUBIERTA

DISEÑO DE CORREAS:

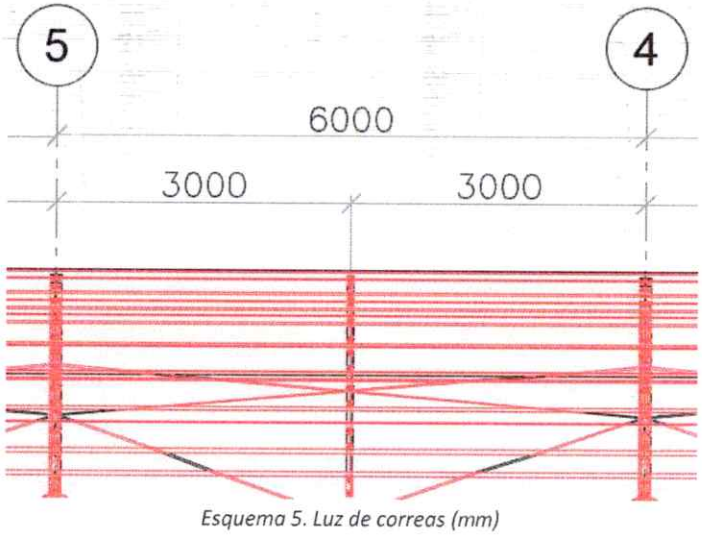
Las correas serán perfiles PHR o C, estas estarán simplemente apoyadas y pernadas sobre las cerchas en ambos extremos, con templetes en el centro de la luz.

DATOS DE ENTRADA

- Luz máxima de entre apoyos (L)= 6,00 m
- Longitud máxima no arriostrada (Lb) = L/2 = 3,00 m
- Distancia inclinada entre correas (d)= 1,33 m
- Pendiente máxima de diseño (α) = 21°
- Teja Thermoacustica Tipo Trapezoidal A 360



Esquema 4. Pendiente y separación correas (mm)



Esquema 5. Luz de correas (mm)

Peso perfilería (Ppf):

$$Ppf = [\frac{Ppc}{Sep}] \times 1.05$$

De donde:

- Ppc = Peso propio de las correas (P3-12-12).
- Paneles solares = Es un valor proyectado máximo supuesto en una posible condición futura de acople a la estructura tomada de datos comerciales.
- Sep = separación = 1.33 m.
- 1.05 = aumento por pernos y láminas.

$$Ppf = [\frac{9.35\ kgf/m}{1.33\ m}] \times 1.05 = 7.38\ kgf/m^2 \rightarrow 8\ kgf/m^2$$

Paso seguido, se calcula la presión por velocidad, como se indica en B.6.5.10:

$$q_z = 0{,}613 \times k_z \times k_{zt} \times k_d \times V^2 \times I$$

$$q_z = 0{,}613 \times 0{,}70 \times 1 \times 0{,}85 \times (28\ m/s)^2 \times 1$$

$$q_z = 285.95\ N/m^2 \rightarrow 28.595\ kgf/m^2$$

COMBINACIONES DE CARGA EN SENTIDOS X & Y PARA LAS CORREAS:

	COMBINACION	Wx (Kgf/m)	Wy (Kgf/m)	ECUACION NSR 10
1	1,4*D*sen/cos a*d	**25.36**	**66.06**	B.2.4-1
2	((1,2*D+0,5*G)*sen/cos a)*d	**45.57**	**118.70**	B.2.4-2
3	(((1,2*D+1,6*G)*sen/cos a)+0,8*W)*d	**97.99**	**297.85**	B.2.4-3
4	(((1,2*D+0,5*G+1,6*W)*sen/cos a))*d	**45.57**	**198.17**	B.2.4-4
5	1,2*D*sen/cos a*d	**21.73**	**56.62**	B.2.4-5
6	((0,9*D*sen/cos a)+1,6*W)*d	**16.30**	**90.88**	B.2.4-6
7	0,9*D*sen/cos a*d	**16.30**	**42.46**	B.2.4-7
	máximos:	**97.99**	**297.85**	

Tabla 2. combinaciones de carga en sentidos x & y para las correas

Momentos actuantes: