

MEMORIA DE CALCULO

ESTRUCTURAS

MODULO DE VIVIENDA RURAL EN

BLOQUETA

ZONA SISMICA 2 - SUELO S3

RNE E-030 (2018)

CONTENIDO

1. GENERALIDADES
2. ESTRUCTURACION
3. SOLICITACIONES DE SERVICIO
 - 3.1. CARGAS DE GRAVEDAD
 - 3.2. CARGAS DE SISMO
4. ANALISIS SISMICO DINAMICO MODAL ESPECTRAL
 - 4.1. REGULARIDAD ESTRUCTURAL
 - 4.1.1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA
 - 4.1.2. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA
 - 4.1.3. CLASIFICACION DE LA REGULARIDAD ESTRUCTURAL
 - 4.2. SISTEMA ESTRUCTURAL
 - 4.3. COEFICIENTE DE REDUCCION DE FUERZAS SISMICAS
 - 4.4. PARAMETROS SISMICOS
 - 4.5. ESPECTROS INELASTICOS DE PSEUDO-ACELERACIONES
 - 4.5.1. DIRECCION HORIZONTAL
 - 4.5.2. DIRECCION VERTICAL
 - 4.6. MASA PARA EL ANALISIS SISMICO
5. MODELO PARA EL ANALISIS
 - 5.1. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES
 - 5.2. IDEALIZACION
6. VERIFICACIONES DE SISMORRESISTENCIA
 - 6.1. PARTICIPACION MODAL DE LA MASA
 - 6.2. CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS
 - 6.3. CORTANTE BASAL MINIMO
7. RESULTADOS DEL ANALISIS
8. DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO
 - 8.1. DISEÑO DE ELEMENTOS SUJETOS A FLEXIÓN
 - 8.2. DISEÑO DE ELEMENTOS SUJETOS A CORTE
 - 8.3. DISEÑO DE ELEMENTOS SUJETOS A FLEXOCOMPRESION
9. DISEÑO DE LA CIMENTACION
10. DISEÑO DE ESTRUCTURA METALICA DE TECHO
 - 10.1. ESTRUCTURACION
 - 10.2. SOLICITACIONES DE SERVICIO
 - 10.2.1. CARGAS DE GRAVEDAD

- 10.2.2. CARGA DE NIEVE O GRANIZO
- 10.2.3. CARGAS DE VIENTO
- 10.2.4. CARGAS DE SISMO
- 10.3. MODELO PARA EL ANALISIS
- 10.4. DISEÑO DE ELEMENTOS DE ACERO

MEMORIA DE CALCULO

ESTRUCTURAS

1. GENERALIDADES

El objetivo de esta memoria es el de servir de complemento a los planos de estructuras para proporcionar una mejor comprensión de todo el Proyecto Estructural.

2. ESTRUCTURACION

La estructuración consiste en elegir el sistema resistente de la edificación y definir la ubicación de los elementos que lo conforman. En el presente proyecto, el planteamiento estructural adoptado responde principalmente a los requerimientos de disponer un sistema convencional de concreto armado. Por lo cual, la estructura de soporte está constituida por pórticos de concreto armado. Esta estructura, tiene como función, además de soportar las solicitaciones verticales originadas por cargas muertas y sobrecargas, responder satisfactoriamente a las solicitaciones horizontales originadas por sismo.

3. SOLICITACIONES DE SERVICIO

3.1. CARGAS DE GRAVEDAD

Las cargas de gravedad son las generadas por el peso propio de los diferentes elementos estructurales y no estructurales de la edificación y las generadas por las cargas vivas que actúan por la función que cumple esta construcción.

Para calcular los pesos propios de los elementos estructurales y no estructurales, se consideraron los siguientes pesos unitarios:

Concreto simple	2200 kgf/m ³
Concreto armado	2400 kgf/m ³
Albañilería unidades huecas	1350 kgf/m ³
Elementos de Acero	7850 kgf/m ³

Las cargas vivas consideradas en el análisis estructural son las siguientes:

Vivienda	200 Kgf/m ²
Techo – cobertura liviana	30 Kgf/m ²

3.2. CARGAS DE SISMO

Para considerar las acciones que provoca el sismo sobre la estructura se realiza el ANALISIS DINAMICO MODAL ESPECTRAL, el mismo que en base al espectro de diseño, modos de vibración y a los procedimientos de combinación modal, determina la respuesta de la estructura ante la acción sísmica. En este análisis se considera tanto la acción sísmica horizontal como la vertical y su

determinación está basada en los parámetros definidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 – Diseño Sismorresistente (2018).

4. ANALISIS SISMICO DINAMICO MODAL ESPECTRAL

El análisis tiene el objetivo de determinar las solicitaciones internas a las que están sometidos los elementos que conforman la estructura. Para el cálculo de estas fuerzas se aplicaron métodos elásticos lineales sustentados en los principios fundamentales de Materiales, Estática y Dinámica Estructural.

En el análisis realizado la respuesta máxima elástica esperada corresponde al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración, para ello se utilizó la Combinación Cuadrática Completa. Así mismo, el análisis se realiza para dos direcciones principales en planta (X, Y) y además se considera una excentricidad de 5% en la aplicación de las fuerzas sísmicas, adicionalmente se considera la acción sísmica vertical como los 2/3 de la acción sísmica horizontal, pero en la zona de periodos muy cortos ($T < 0.2T_p$) el espectro se calcula con $C = 1 + 7.5(T/T_p)$.

4.1. REGULARIDAD ESTRUCTURAL

Con la finalidad de establecer los procedimientos de análisis y determinar de forma adecuada el Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas (R), la estructura debe ser clasificada como REGULAR o IRREGULAR en base a criterios de resistencia, rigidez, peso y geometría, para esto se evalúan las irregularidades en altura y en planta.

4.1.1. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

Se evalúan en base a la Tabla N° 8 del RNE E-030 Diseño Sismorresistente (2018), y definen el Factor de Irregularidad I_a .

Al tratarse de una construcción de un nivel no hay irregularidades estructurales en altura

FACTOR DE IRREGULARIDAD EN ALTURA - DIRECCION X	I_{ax}	1
FACTOR DE IRREGULARIDAD EN ALTURA - DIRECCION Y	I_{ay}	1

4.1.2. IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

Las irregularidades estructurales en planta se evalúan en base a la Tabla N° 9 del RNE E-030 Diseño Sismorresistente (2018), y sirven para definir el Factor de Irregularidad I_p .

A. Irregularidad Torsional

Solo aplicable a edificaciones con diafragmas rígidos.

B. Irregularidad Torsional Extrema

Solo aplicable a edificaciones con diafragmas rígidos.

C. Esquinas Entrantes

NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección X	lpx	1
NO	hay esquinas entrantes mayores al 20% en la Dirección Y	lpy	1

D. Discontinuidad del Diafragma

SI	hay aberturas en el diafragma mayores al 50% del area bruta	lp	0.85
SI	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en	lpx	0.85
SI	hay sec. transv. del diafragma menores al 25% de la sección total en	lpy	0.85

E. Sistemas No Paralelos

NO	hay inclinacion de los ejes de los pórticos mayores a 30° en X	lpx	1
NO	hay inclinacion de los ejes de los pórticos mayores a 30° en Y	lpy	1

FACTOR DE IRREGULARIDAD EN PLANTA - DIRECCION X	lpx	0.85
FACTOR DE IRREGULARIDAD EN PLANTA - DIRECCION Y	lpy	0.85

4.1.3. CLASIFICACION DE LA REGULARIDAD ESTRUCTURAL

En base a los items anteriores se determina la regularidad estructural y los coeficientes siguientes:

FACTORES DE IRREGULARIDAD EN ALTURA	lax	1
	lay	1
FACTORES DE IRREGULARIDAD EN PLANTA	lpx	0.85
	lpy	0.85

CLASIFICACION DE LA ESTRUCTURA	Dirección X	IRREGULAR
	Dirección Y	IRREGULAR

4.2. SISTEMA ESTRUCTURAL

Se define en base al porcentaje de fuerza cortante basal que actúa sobre los elementos resistentes a fuerzas laterales.

ITEM	Dirección X		Dirección Y	
	tonf	%	tonf	%
Corte basal en columnas	0.750	100.00	0.800	100.00
Corte basal en placas	0.000	0.00	0.000	0.00
Corte basal total	0.750	100.00	0.800	100.00
Sistema Estructural	Sistema de Pórticos		Sistema de Pórticos	

4.3. COEFICIENTE DE REDUCCION DE FUERZAS SISMICAS

El coeficiente R se define para cada dirección de análisis y se determina en base a la Clasificación de la Estructura y al Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas, según la siguiente relación:

$$R = R_o I_a I_p$$

ITEM	Dirección X		Dirección Y	
Coeficiente Básico de Reducción	Rox	8	Roy	8
Factor de Irregularidad en Altura	Iax	1.00	Iay	1.00
Factor de Irregularidad en Planta	Ipx	0.85	Ipy	0.85
Factor de Reducción de Fza. Sísmica	Rx	6.80	Ry	6.80

4.4. PARAMETROS SISMICOS

Los parámetros sísmicos son factores que definen la acción sísmica sobre la estructura, estos parámetros se determinan en base al RNE E-030 Diseño Sismorresistente (2018) según las condiciones de ubicación, sitio, importancia y tipo de estructura. Los parámetros sísmicos definidos para el proyecto son los siguientes:

Factor de Zona	Zona 2	Z = 0.25
Factor de Uso e Importancia	Categoría C	U = 1
Parámetros de Sitio	S3 Suelos Blandos	S = 1.4
		TP = 1 s
		TL = 1.6 s
Factor de Reducción	Dirección X Pórticos de C°A°	Rx = 6.8
	Dirección Y Pórticos de C°A°	Ry = 6.8

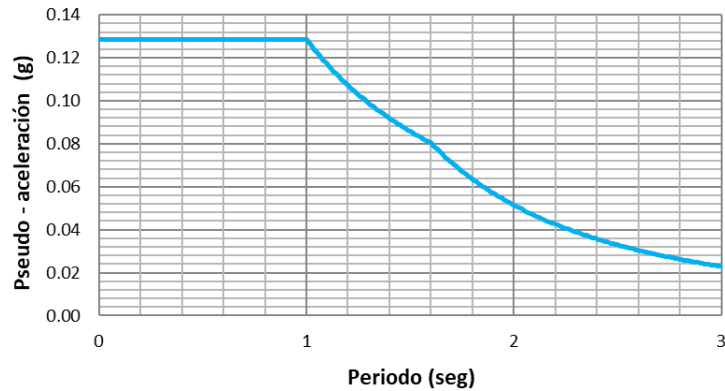
4.5. ESPECTROS INELASTICOS DE PSEUDO-ACELERACIONES

Los espectros de diseño se determinan en base a los parámetros sísmicos definidos anteriormente. Para cada una de las direcciones horizontales de análisis se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z U C S}{R} g$$

Para el análisis en dirección vertical se considera un espectro con valores iguales a 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales, considerando en la zona de periodos muy cortos ($T < 0.2T_p$) valores de C iguales a:

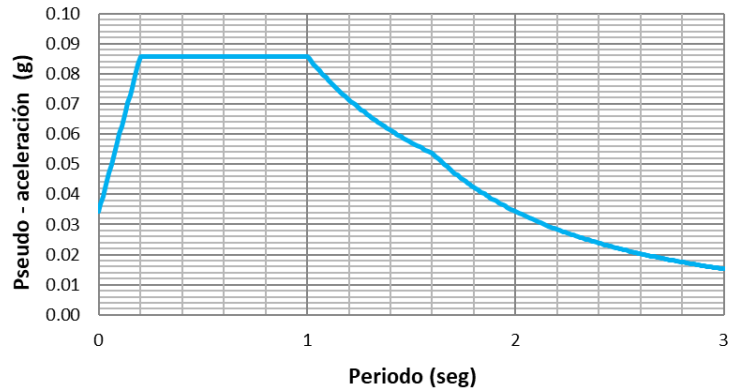
$$C = 1 + 7.5 \left(\frac{T}{T_p} \right)$$

4.5.1. DIRECCION HORIZONTAL**Espectro de Pseudo-Aceleraciones**

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.1287	0.41	0.1287	0.81	0.1287	1.21	0.1063	1.61	0.0794
0.02	0.1287	0.42	0.1287	0.82	0.1287	1.22	0.1055	1.62	0.0784
0.03	0.1287	0.43	0.1287	0.83	0.1287	1.23	0.1046	1.63	0.0775
0.04	0.1287	0.44	0.1287	0.84	0.1287	1.24	0.1038	1.64	0.0765
0.05	0.1287	0.45	0.1287	0.85	0.1287	1.25	0.1029	1.65	0.0756
0.06	0.1287	0.46	0.1287	0.86	0.1287	1.26	0.1021	1.66	0.0747
0.07	0.1287	0.47	0.1287	0.87	0.1287	1.27	0.1013	1.67	0.0738
0.08	0.1287	0.48	0.1287	0.88	0.1287	1.28	0.1005	1.68	0.0729
0.09	0.1287	0.49	0.1287	0.89	0.1287	1.29	0.0997	1.69	0.0721
0.10	0.1287	0.50	0.1287	0.90	0.1287	1.30	0.0990	1.70	0.0712
0.11	0.1287	0.51	0.1287	0.91	0.1287	1.31	0.0982	1.71	0.0704
0.12	0.1287	0.52	0.1287	0.92	0.1287	1.32	0.0975	1.72	0.0696
0.13	0.1287	0.53	0.1287	0.93	0.1287	1.33	0.0967	1.73	0.0688
0.14	0.1287	0.54	0.1287	0.94	0.1287	1.34	0.0960	1.74	0.0680
0.15	0.1287	0.55	0.1287	0.95	0.1287	1.35	0.0953	1.75	0.0672
0.16	0.1287	0.56	0.1287	0.96	0.1287	1.36	0.0946	1.76	0.0665
0.17	0.1287	0.57	0.1287	0.97	0.1287	1.37	0.0939	1.77	0.0657
0.18	0.1287	0.58	0.1287	0.98	0.1287	1.38	0.0932	1.78	0.0650
0.19	0.1287	0.59	0.1287	0.99	0.1287	1.39	0.0926	1.79	0.0643
0.20	0.1287	0.60	0.1287	1.00	0.1287	1.40	0.0919	1.80	0.0635
0.21	0.1287	0.61	0.1287	1.01	0.1274	1.41	0.0913	1.81	0.0628
0.22	0.1287	0.62	0.1287	1.02	0.1262	1.42	0.0906	1.82	0.0622
0.23	0.1287	0.63	0.1287	1.03	0.1249	1.43	0.0900	1.83	0.0615
0.24	0.1287	0.64	0.1287	1.04	0.1237	1.44	0.0894	1.84	0.0608
0.25	0.1287	0.65	0.1287	1.05	0.1225	1.45	0.0887	1.85	0.0602
0.26	0.1287	0.66	0.1287	1.06	0.1214	1.46	0.0881	1.86	0.0595
0.27	0.1287	0.67	0.1287	1.07	0.1203	1.47	0.0875	1.87	0.0589
0.28	0.1287	0.68	0.1287	1.08	0.1191	1.48	0.0869	1.88	0.0583
0.29	0.1287	0.69	0.1287	1.09	0.1181	1.49	0.0864	1.89	0.0576
0.30	0.1287	0.70	0.1287	1.10	0.1170	1.50	0.0858	1.90	0.0570
0.31	0.1287	0.71	0.1287	1.11	0.1159	1.51	0.0852	1.91	0.0564
0.32	0.1287	0.72	0.1287	1.12	0.1149	1.52	0.0847	1.92	0.0558
0.33	0.1287	0.73	0.1287	1.13	0.1139	1.53	0.0841	1.93	0.0553
0.34	0.1287	0.74	0.1287	1.14	0.1129	1.54	0.0836	1.94	0.0547
0.35	0.1287	0.75	0.1287	1.15	0.1119	1.55	0.0830	1.95	0.0541
0.36	0.1287	0.76	0.1287	1.16	0.1109	1.56	0.0825	1.96	0.0536
0.37	0.1287	0.77	0.1287	1.17	0.1100	1.57	0.0820	1.97	0.0531
0.38	0.1287	0.78	0.1287	1.18	0.1090	1.58	0.0814	1.98	0.0525
0.39	0.1287	0.79	0.1287	1.19	0.1081	1.59	0.0809	1.99	0.0520
0.40	0.1287	0.80	0.1287	1.20	0.1072	1.60	0.0804	2.00	0.0515

4.5.2. DIRECCION VERTICAL

Espectro de Pseudo-Aceleraciones



T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.0369	0.41	0.0858	0.81	0.0858	1.21	0.0709	1.61	0.0530
0.02	0.0395	0.42	0.0858	0.82	0.0858	1.22	0.0703	1.62	0.0523
0.03	0.0420	0.43	0.0858	0.83	0.0858	1.23	0.0697	1.63	0.0517
0.04	0.0446	0.44	0.0858	0.84	0.0858	1.24	0.0692	1.64	0.0510
0.05	0.0472	0.45	0.0858	0.85	0.0858	1.25	0.0686	1.65	0.0504
0.06	0.0498	0.46	0.0858	0.86	0.0858	1.26	0.0681	1.66	0.0498
0.07	0.0523	0.47	0.0858	0.87	0.0858	1.27	0.0675	1.67	0.0492
0.08	0.0549	0.48	0.0858	0.88	0.0858	1.28	0.0670	1.68	0.0486
0.09	0.0575	0.49	0.0858	0.89	0.0858	1.29	0.0665	1.69	0.0481
0.10	0.0600	0.50	0.0858	0.90	0.0858	1.30	0.0660	1.70	0.0475
0.11	0.0626	0.51	0.0858	0.91	0.0858	1.31	0.0655	1.71	0.0469
0.12	0.0652	0.52	0.0858	0.92	0.0858	1.32	0.0650	1.72	0.0464
0.13	0.0678	0.53	0.0858	0.93	0.0858	1.33	0.0645	1.73	0.0459
0.14	0.0703	0.54	0.0858	0.94	0.0858	1.34	0.0640	1.74	0.0453
0.15	0.0729	0.55	0.0858	0.95	0.0858	1.35	0.0635	1.75	0.0448
0.16	0.0755	0.56	0.0858	0.96	0.0858	1.36	0.0631	1.76	0.0443
0.17	0.0781	0.57	0.0858	0.97	0.0858	1.37	0.0626	1.77	0.0438
0.18	0.0806	0.58	0.0858	0.98	0.0858	1.38	0.0622	1.78	0.0433
0.19	0.0832	0.59	0.0858	0.99	0.0858	1.39	0.0617	1.79	0.0428
0.20	0.0858	0.60	0.0858	1.00	0.0858	1.40	0.0613	1.80	0.0424
0.21	0.0858	0.61	0.0858	1.01	0.0849	1.41	0.0608	1.81	0.0419
0.22	0.0858	0.62	0.0858	1.02	0.0841	1.42	0.0604	1.82	0.0414
0.23	0.0858	0.63	0.0858	1.03	0.0833	1.43	0.0600	1.83	0.0410
0.24	0.0858	0.64	0.0858	1.04	0.0825	1.44	0.0596	1.84	0.0405
0.25	0.0858	0.65	0.0858	1.05	0.0817	1.45	0.0592	1.85	0.0401
0.26	0.0858	0.66	0.0858	1.06	0.0809	1.46	0.0588	1.86	0.0397
0.27	0.0858	0.67	0.0858	1.07	0.0802	1.47	0.0584	1.87	0.0393
0.28	0.0858	0.68	0.0858	1.08	0.0794	1.48	0.0580	1.88	0.0388
0.29	0.0858	0.69	0.0858	1.09	0.0787	1.49	0.0576	1.89	0.0384
0.30	0.0858	0.70	0.0858	1.10	0.0780	1.50	0.0572	1.90	0.0380
0.31	0.0858	0.71	0.0858	1.11	0.0773	1.51	0.0568	1.91	0.0376
0.32	0.0858	0.72	0.0858	1.12	0.0766	1.52	0.0564	1.92	0.0372
0.33	0.0858	0.73	0.0858	1.13	0.0759	1.53	0.0561	1.93	0.0368
0.34	0.0858	0.74	0.0858	1.14	0.0752	1.54	0.0557	1.94	0.0365
0.35	0.0858	0.75	0.0858	1.15	0.0746	1.55	0.0553	1.95	0.0361
0.36	0.0858	0.76	0.0858	1.16	0.0740	1.56	0.0550	1.96	0.0357
0.37	0.0858	0.77	0.0858	1.17	0.0733	1.57	0.0546	1.97	0.0354
0.38	0.0858	0.78	0.0858	1.18	0.0727	1.58	0.0543	1.98	0.0350
0.39	0.0858	0.79	0.0858	1.19	0.0721	1.59	0.0540	1.99	0.0347
0.40	0.0858	0.80	0.0858	1.20	0.0715	1.60	0.0536	2.00	0.0343

4.6. MASA PARA EL ANALISIS SISMICO

La masa sísmica se calcula adicionando a la totalidad de la carga permanente un porcentaje de la carga viva. El porcentaje de carga viva es función de la Categoría de la edificación.

CATEGORIA DE LA EDIFICACIÓN	% CARGA PERMANENTE	% CARGA VIVA
Categoría C - Vivienda	100	25

Piso	Masa (tonf-s ² /m)	Peso (tonf)
Techo	0.22	2.11
1	0.72	7.06
Total	0.935	9.17

5. MODELO PARA EL ANALISIS

El modelado se realiza con la finalidad de representar matemáticamente el comportamiento de la estructura y depende de la geometría de la estructura, las propiedades de los materiales que la constituyen y de la magnitud y ubicación de las cargas que actúan sobre ella. En el presente proyecto el modelo de análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces y supone una respuesta lineal elástica.

5.1. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

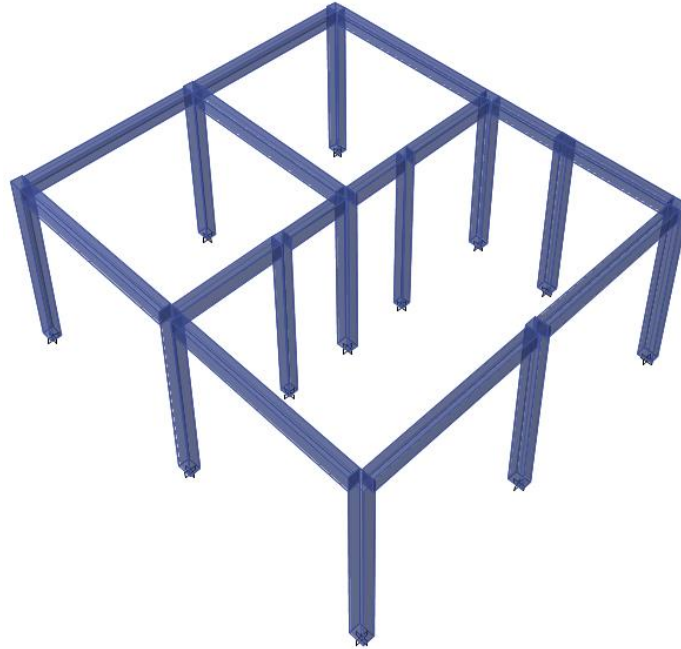
Los materiales usados son: Concreto y Acero de Refuerzo, los cuales tienen las siguientes características:

Características	Concreto
Resistencia a la compresión $f'c$	175 kgf/cm ²
Modulo de Elasticidad	1.98431 E9 kgf/m ²
Modulo de Poisson	0.20

Características	Acero de Refuerzo
Esfuerzo de fluencia	4200 kgf/cm ²
Modulo de Elasticidad	2 E10 kgf/m ²

5.2. IDEALIZACION

La idealización de la estructura se realizó mediante el programa de análisis y diseño de sistemas de edificación ETABS V13.1.1; en él, se realizó el modelo matemático tridimensional de la estructura:



3D

6. VERIFICACIONES DE SISMORRESISTENCIA

Estas verificaciones garantizan un adecuado comportamiento sísmico de la estructura y están basados en los requerimientos del RNE Norma E-030 Diseño Sismorresistente (2018).

6.1. PARTICIPACION MODAL DE LA MASA

En el análisis modal, la suma de masas efectivas supera el 90% de la masa de la estructura.

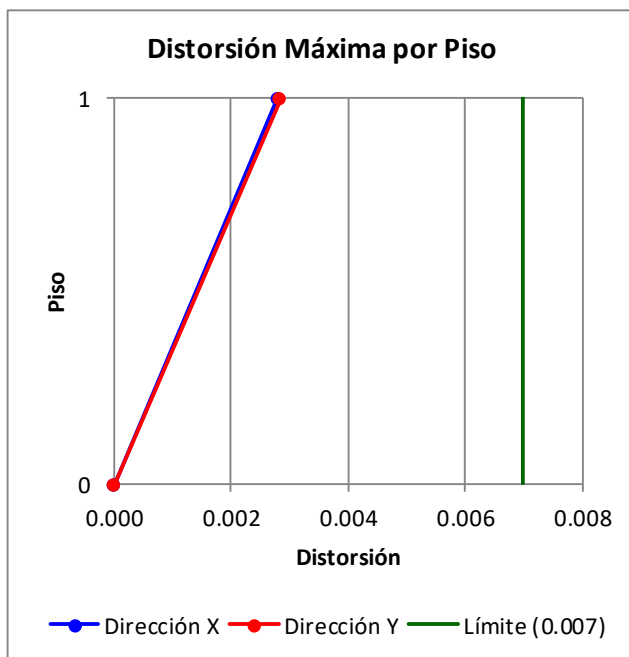
Modo	Periodo (s)	Masa Participante Dir X	Masa Participante Dir Y	Masa Acumulada Dir X	Masa Acumulada Dir Y
1	0.212	0.003	0.361	0.366	0.361
2	0.196	0.034	0.453	0.400	0.814
3	0.190	0.586	0.014	0.986	0.828
4	0.163	0.000	0.006	0.987	0.834
5	0.153	0.000	0.081	0.987	0.915
6	0.141	0.000	0.024	0.987	0.939
7	0.131	0.010	0.000	0.996	0.939
8	0.129	0.000	0.052	0.996	0.990
...
30	0.054	0.000	0.000	1.000	0.999

6.2. CONTROL DE DESPLAZAMIENTOS

Los desplazamientos laterales se calculan haciendo elásticos los resultados obtenidos del análisis. El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, no deberá exceder la fracción de la altura de entrepiso que se indica en 0.007 para concreto armado.

Dirección	Distorsión Límite	R	Factor de Corrección de R	R Corregido
X	0.007	6.8	0.85	5.78
Y	0.007	6.8	0.85	5.78

Piso	DIRECCION X			DIRECCION Y		
	Distorsión Inelástica	Distorsión Elástica	Verificación	Distorsión Inelástica	Distorsión Elástica	Verificación
1	0.000484	0.0028	BIEN	0.000490	0.0028	BIEN



Desplazamiento total maximo último nivel:

Dtx = 0.74 cm

Dty = 0.75 cm

Desplazamiento relativo máximo entrepiso:

Drx = 0.74 cm

Dry = 0.75 cm

Distorsión máxima de entrepiso:

Driftx = 0.0028

Drifty = 0.0028

6.3. CORTANTE BASAL MINIMO

En el Análisis Modal Espectral la estructura alcanza el cortante basal mínimo requerido por el RNE según su clasificación.

Cortante Basal Estático

Factor de Zona	Z = 0.25
Factor de Uso e Importancia	U = 1
Factor de Suelo	S = 1.4
	TP = 1 s
	TL = 1.6 s
Factor de Reducción	Rx = 6.80
	Ry = 6.80
Periodo fundamental	Tx = 0.190 s
	Ty = 0.212 s
Factor de amplificación sísmica	Cx = 2.50
	Cy = 2.50
Peso de la edificación	P = 9.17 tonf
Cortante Basal Estático	Vx = 1.18 tonf
	Vy = 1.18 tonf

Verificación 1 - sin amplificación de sismo

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación requerido
X	1.18	90%	1.062	0.750	AMPLIFICAR	13.89
Y	1.18	90%	1.062	0.800	AMPLIFICAR	13.02

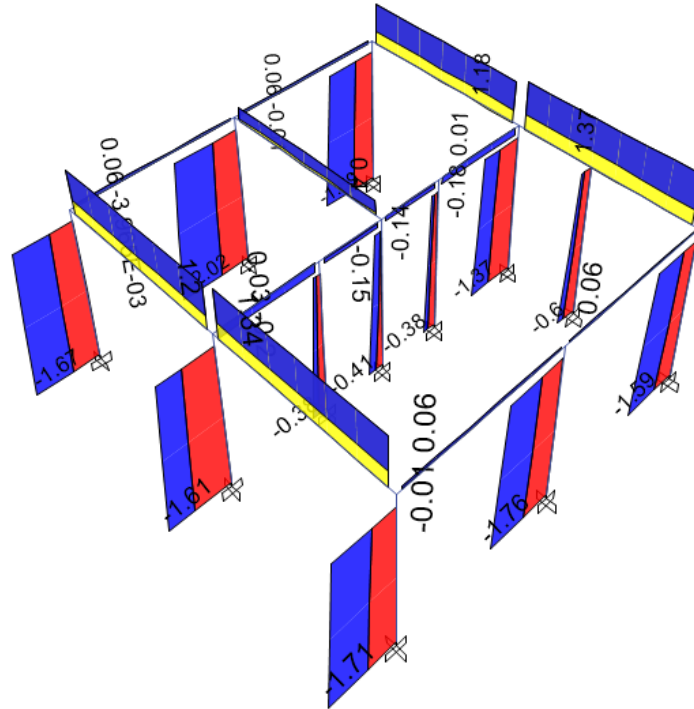
Verificación 2 - con amplificación de sismo

Dirección	Corte Basal Estático (tonf)	% Corte	Corte Basal Mínimo (tonf)	Corte Basal Actuante (tonf)	Verificación	Factor de amplificación aplicado
X	1.18	90%	1.062	1.070	BIEN	13.89
Y	1.18	90%	1.062	1.070	BIEN	13.02

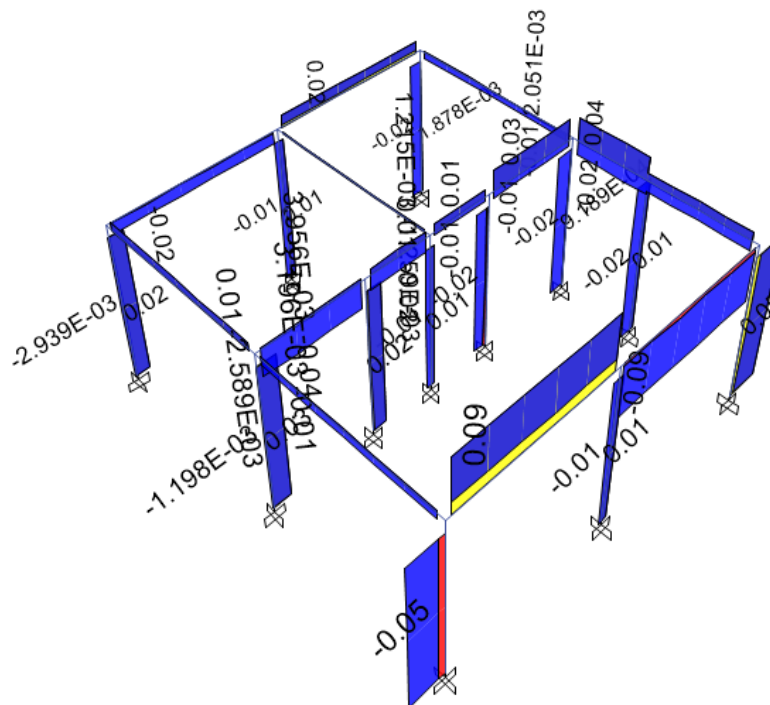
7. RESULTADOS DEL ANALISIS

Los resultados del análisis se obtienen para las combinaciones de carga indicadas por el RNE. A modo de ejemplo se muestra la envolvente de fuerzas axiales, cortantes, momentos flectores y momentos torsionales.

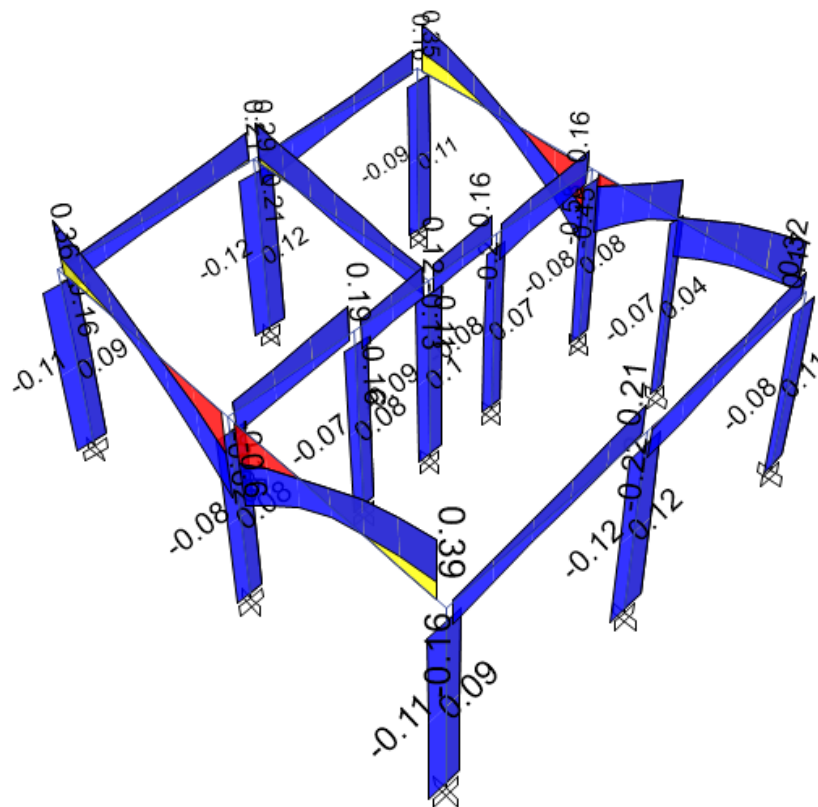
Envolvente de Fuerzas Axiales (tonf)



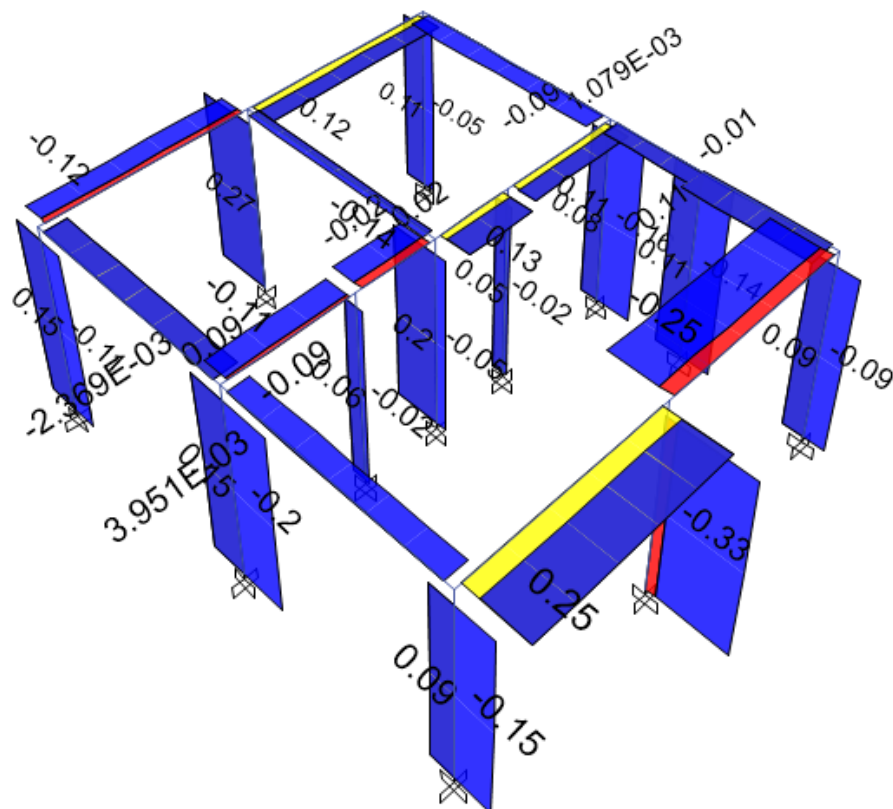
Envolvente de Torsión (tonf-m)



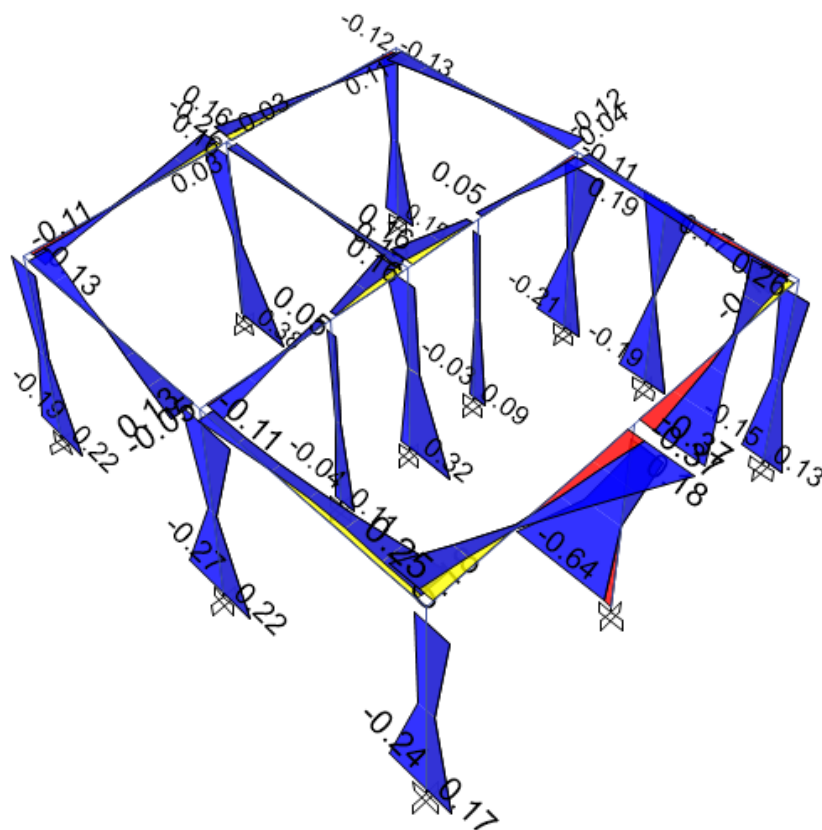
Envolvente de Cortantes 2-2 (tonf)



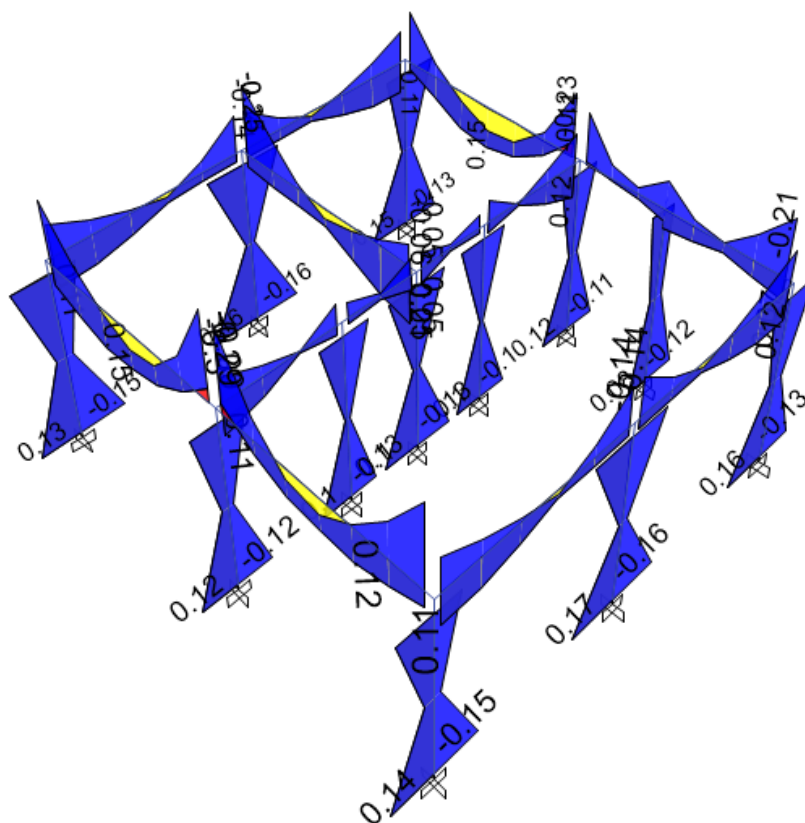
Envolvente de Cortantes 3-3 (tonf)



Envolvente de Momentos 2-2 (tonf-m)



Envolvente de Momentos 3-3 (tonf-m)



8. DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO

El diseño consiste de la determinación de las dimensiones finales de los elementos estructurales, así como las cantidades de refuerzo y detalles de los mismos. Este diseño se basa en el RNE E-060 Concreto Armado (2009), el método aplicado es el Diseño por Resistencia, que proporciona a todas las secciones de los elementos estructurales resistencias de diseño adecuadas en base a la aplicación combinada de factores de amplificación de carga y factores de reducción de resistencia. Estos factores son los siguientes:

FACTORES DE AMPLIFICACION DE CARGA

Donde :

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV$$

CM = efecto de la carga permanente

$$U = 1.25 (CM + CV) \pm CS$$

CV = efecto de la carga viva

$$U = 0.9 CM \pm CS$$

CS = efecto de la carga sísmica

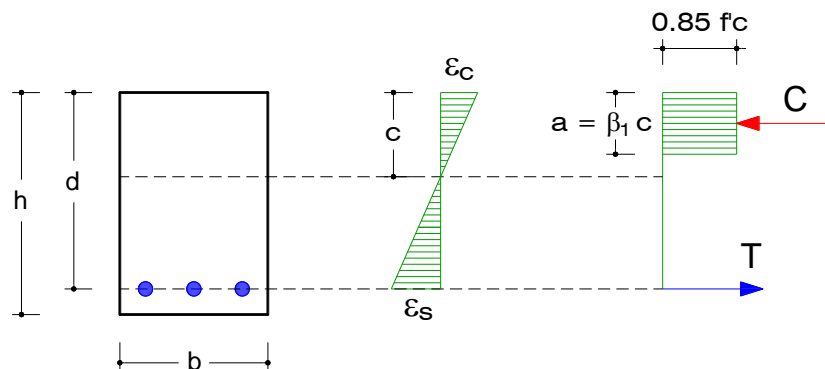
FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA ϕ

Flexión:	0.90
Carga axial de tracción con o sin flexión:	0.90
Carga axial de compresión con o sin flexión (espiral):	0.75
Carga axial de compresión con o sin flexión (estribo):	0.70
Cortante:	0.85
Torsión:	0.85
Aplastamiento del concreto:	0.70

8.1. DISEÑO DE ELEMENTOS SUJETOS A FLEXIÓN

Los principales elementos estructurales sometidos a flexión son las vigas, losas y escaleras, para estos elementos el diseño por flexión se realiza en base a las hipótesis siguientes:

- Equilibrio estático
- Compatibilidad de deformaciones



Los elementos en flexión están sujetos a momentos flectores debido a cargas permanentes, cargas vivas y cargas laterales de sismo. Sobre la base del análisis estructural, para cada elemento en

flexión, es posible dibujar los diagramas de momento flector para cada tipo de carga, mediante la aplicación de las combinaciones de carga y factores de amplificación de carga de la Norma E-060 (2009) del Reglamento Nacional de Edificaciones es posible determinar la envolvente de momentos flexionantes últimos para cada elemento en flexión y calcular la sección adecuada de concreto y el refuerzo necesario. Cabe aclarar que en zonas sísmicas los momentos flexionantes de diseño se corrigen en base al capítulo 21 de la norma E-060 (2009) del RNE.

El diseño de los diferentes elementos sujetos a flexión incluye el cálculo de los siguientes parámetros:

- Condición de diseño por flexión: $M_u < \phi M_n$
- Momento nominal: $\phi M_n = \phi \rho f_y b d^2 (1 - 0.59 \rho f_y / f'_c)$
- Refuerzo mínimo en tracción: $A_{s_{min}} = 0.70 \sqrt{f'_c} b d / f_y$
- Refuerzo máximo en tracción: $A_{s_{max}} = 0.364 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} b d$
- Refuerzo en condición balanceada: $A_{s_b} = 0.5 \beta_1 \frac{f'_c}{f_y} b d$

8.2. DISEÑO DE ELEMENTOS SUJETOS A CORTE

El diseño por corte consiste en proveer de suficiente resistencia a fuerza cortante mediante la sección de concreto y el refuerzo transversal, esta resistencia (V_n) debe ser mayor a la fuerza de corte actuante (V_u). El refuerzo propuesto es verificado por Acero Mínimo y Separación Máxima según los requerimientos de la norma E-060 (2009) del RNE.

En zonas sísmicas el corte actuante o de diseño (V_u) se debe determinar según el capítulo 21 de la norma E-060 (2009) del RNE, en él se considera que la fuerza cortante de diseño resulta de la acción de la fuerza cortante debido a cargas gravitacionales y la fuerza cortante relacionada al desarrollo de los momentos flectores nominales (resistentes) de los extremos del elemento analizado. Así mismo son especialmente importantes las especificaciones para el estribado de elementos estructurales en zonas sísmicas del RNE.

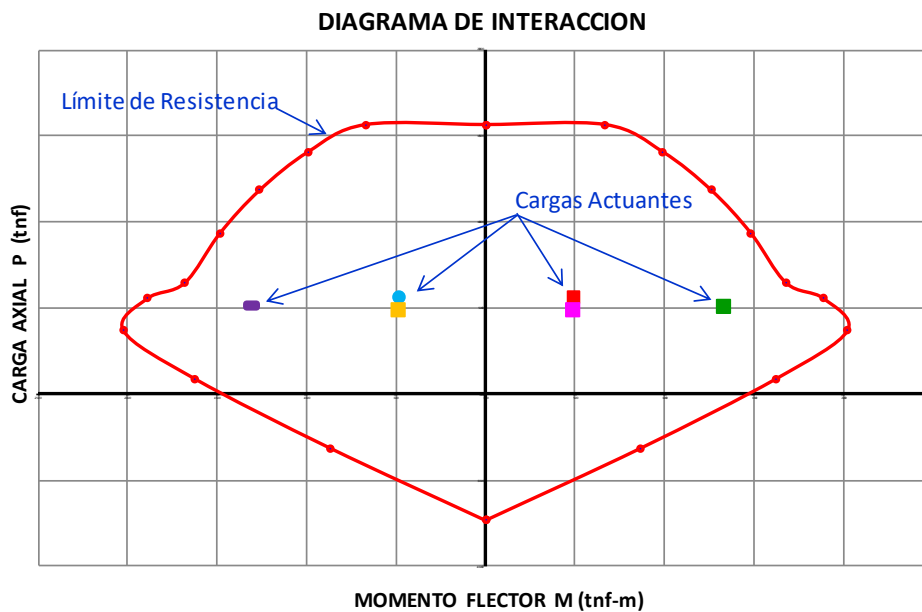
Las ecuaciones empleadas en el diseño por corte son las siguientes:

- Condición de diseño por corte: $V_u < \phi (V_c + V_s)$
- Cortante resistido por el concreto: $V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b d$
- Refuerzo mínimo por corte: $A_{v_{min}} = \frac{0.20 \sqrt{f'_c} b S}{f_y} \geq \frac{3.5 b S}{f_y}$
- Cortante resistido por el refuerzo: $V_s = \frac{A_v f_y d}{S}$
- Cortante máximo resistido por el refuerzo: $V_{s_{max}} = 2.1 \sqrt{f'_c} b d$
- Parámetro para definir la separación máx.: $1.1 \sqrt{f'_c} b d$

8.3. DISEÑO DE ELEMENTOS SUJETOS A FLEXOCOMPRESION

Se aplica a elementos sometidos a flexión y carga axial como las columnas, placas (muros de corte) y muros de sótano. Las hipótesis de diseño son las mismas hipótesis de los elementos en flexión. Los elementos sometidos a flexocompresión se diseñan para la acción del momento flector máximo (M_u) que acompaña a la carga axial última (P_u). En el caso de requerirse se verifican los efectos de esbeltez en cuyo caso el momento último (M_u) debe ser amplificado.

El diseño de estos elementos comprende la determinación de los DIAGRAMAS DE INTERACCION y en base a ellos evaluar si las cargas que producen la flexo-compresión están dentro de los límites de resistencia.



Algunos parámetros empleados en el diseño por flexo-compresión son:

- Condición de diseño: $(M_u, P_u) < (\phi M_n, \phi P_n)$
- Fza. axial nominal (ref. en espiral): $\phi P_{n \max} = 0.85 \phi [0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$
- Fza. axial nominal (estribos): $\phi P_{n \max} = 0.80 \phi [0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$
- Cuantía mín. elem. en compresión: $\rho_{\min} = 0.01$
- Cuantía máx. elem. en compresión: $\rho_{\min} = 0.06$

En zonas sísmicas se siguen las especificaciones del capítulo 21 de la norma E-060 del RNE referentes a los empalmes, resistencia mínima a flexión, resistencia a cortante, refuerzo longitudinal, refuerzo de confinamiento (longitud de la zona de confinamiento, separación máxima del refuerzo dentro de la zona de confinamiento, separación máxima del refuerzo fuera de la zona de confinamiento) y refuerzo transversal en nudos.

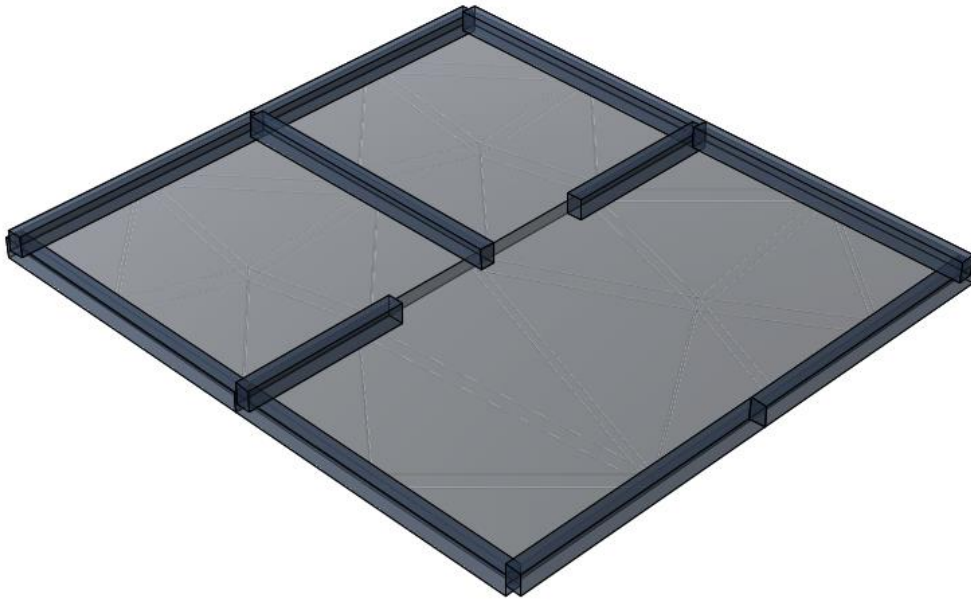
9. DISEÑO DE LA CIMENTACION

La función de la cimentación es transmitir con seguridad las cargas de la edificación al terreno, sin exceder el esfuerzo admisible del suelo.

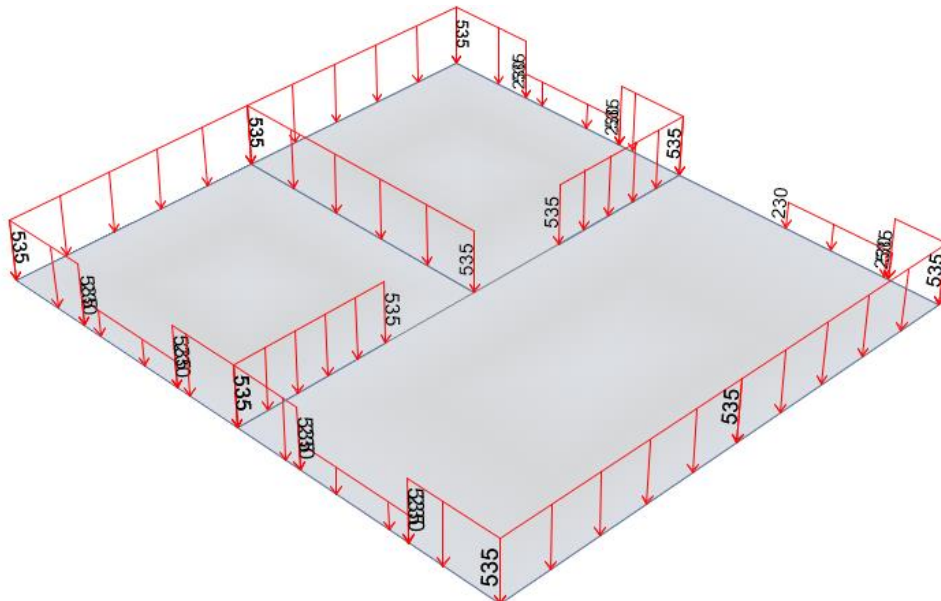
La cimentación consiste en una losa de C°A° de 13 cm de espesor y vigas de 25x40 cm en el perímetro y bajo las columnas. Para el diseño de la cimentación se asume un suelo de baja resistencia (Esf. Adm. = 0.50 kgf/cm²), entendiéndose que valores menores son improbables y no aptos para cimentar una edificación.

El análisis de la cimentación se realizó mediante el software SAFE v16.0.0, el módulo de balasto necesario para este análisis se obtiene a partir del valor de esfuerzo admisible del suelo (Esf. Adm. = 0.50 kgf/cm² → Mod. Balasto = 1.30 kgf/cm³).

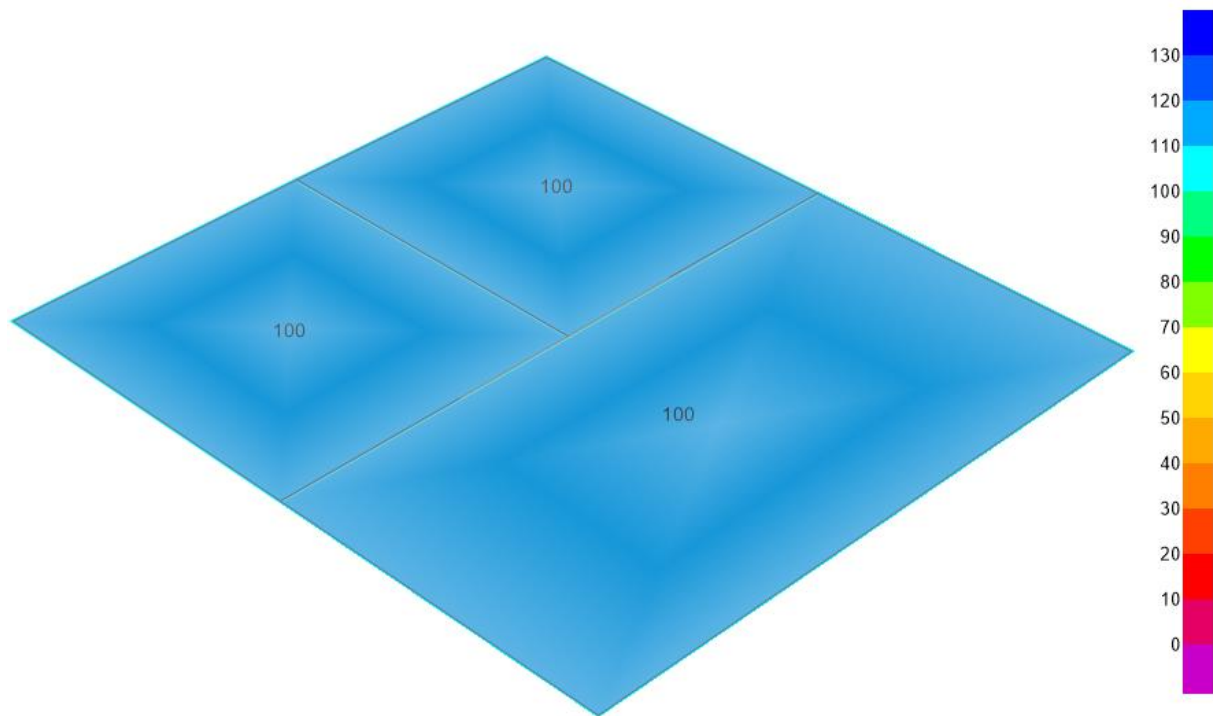
MODELO SAFE v16.0.0:



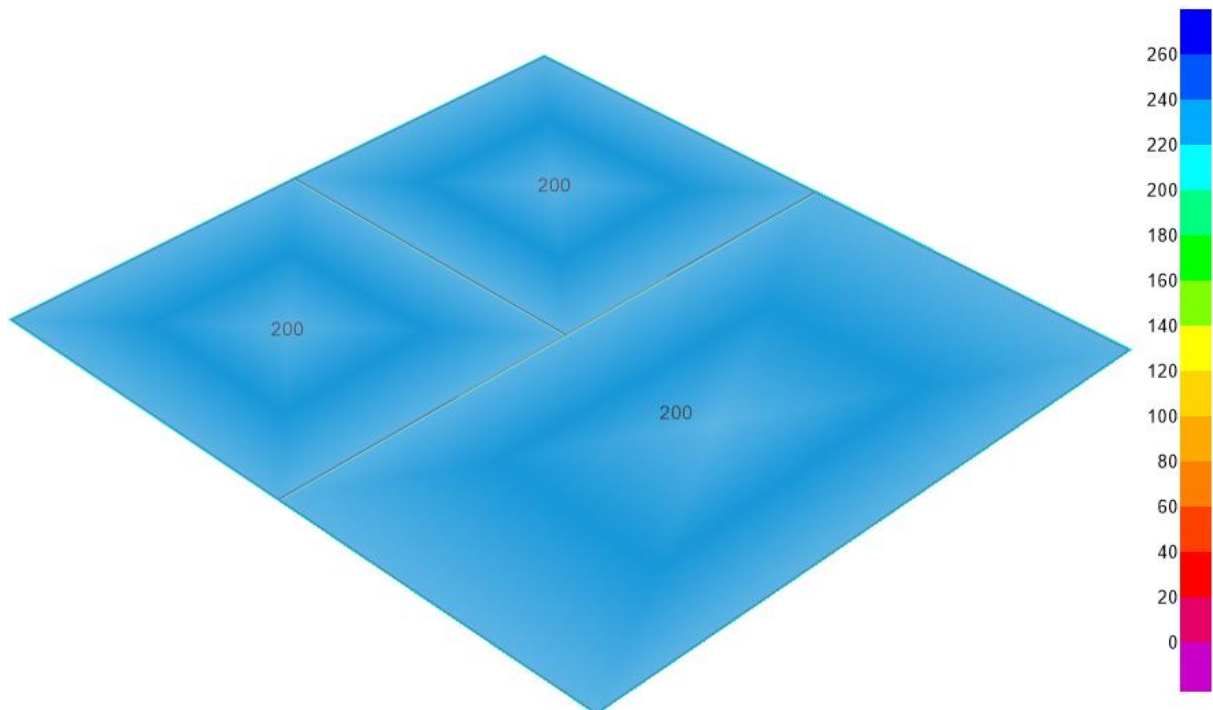
CARGA MUERTA DEBIDO A TABIQUES (kgf/m):



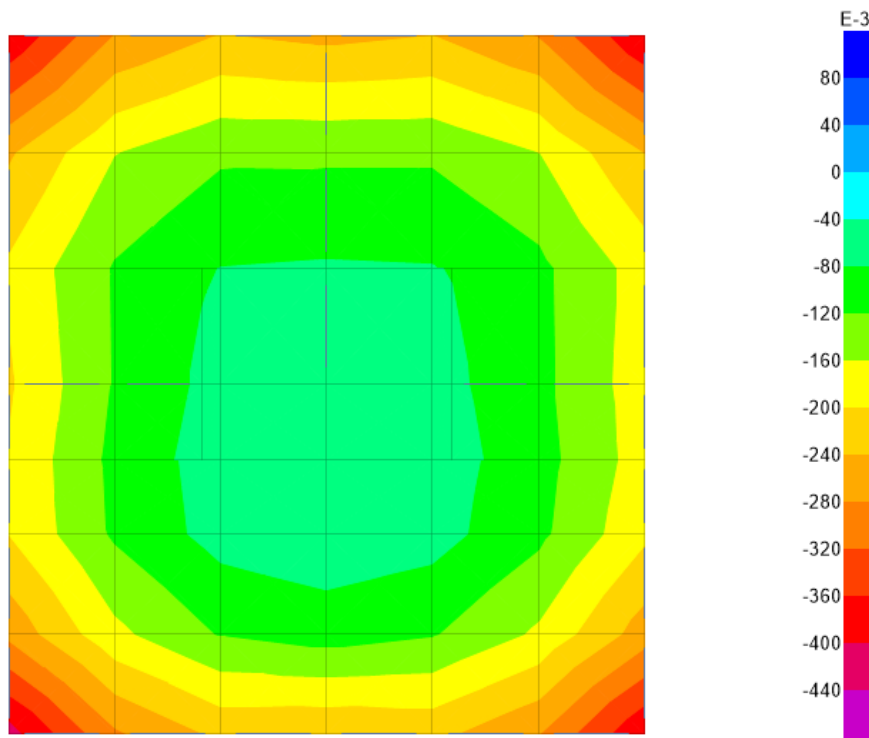
CARGA MUERTA (PISO TERMINADO) SOBRE LOSA DE CIMENTACION (kgf/m²):



CARGA VIVA (SOBRECARGA) SOBRE LOSA DE CIMENTACION (kgf/m²):

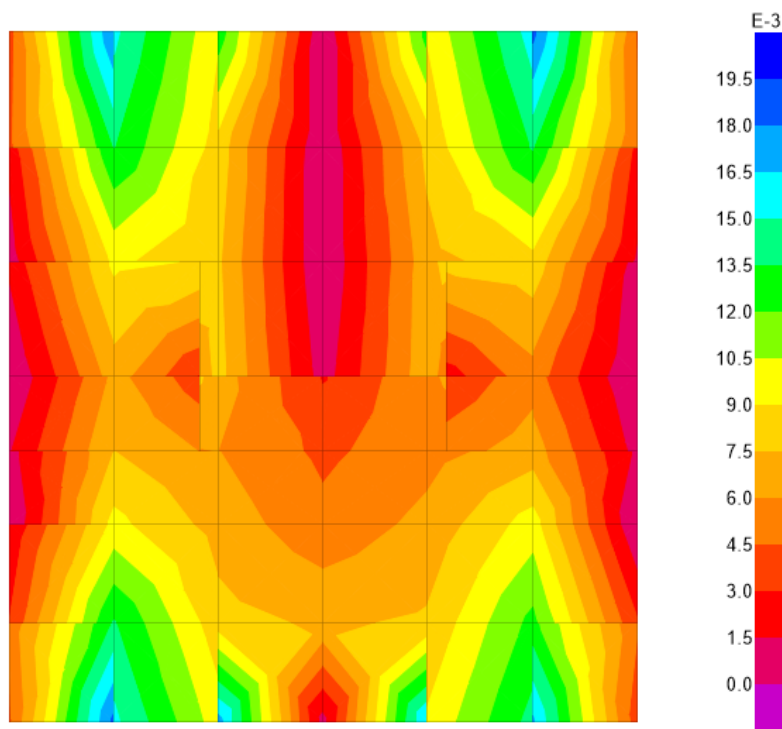


REACCION DEL SUELO (kgf/cm2):



Se verifica que la reacción del suelo no supera al esfuerzo admisible del suelo (0.50 kgf/cm²), por lo tanto, las dimensiones de la cimentación cubren con seguridad las solicitaciones impuestas.

REFUERZO (cm2/cm):



Las zonas mas esforzadas requieren 0.018 cm²/cm, equivalente a refuerzo de 3/8" @ 0.39 m, por facilidad constructiva se especifica 3/8" @ 0.30 m

10. DISEÑO DE ESTRUCTURA METALICA DE TECHO

10.1. ESTRUCTURACION

El proyecto cuenta con una estructura metálica de techo a dos aguas, esta estructura está conformada por tijerales y correas metálicas que soportan una cobertura liviana tipo calamina galvanizada. Los tijerales están distanciados cada 2.60 m y las correas distanciadas a máximo 0.85 m. El análisis y diseño se realiza en base a los requerimientos de la norma E-020 Cargas, E-030 Diseño Sismorresistente y la norma E-090 Estructuras Metálicas, por lo que esta estructura tiene como función, además de soportar las solicitaciones verticales originadas por cargas muertas y sobrecargas, responder satisfactoriamente a las solicitaciones horizontales como sismo y viento.

10.2. SOLICITACIONES DE SERVICIO

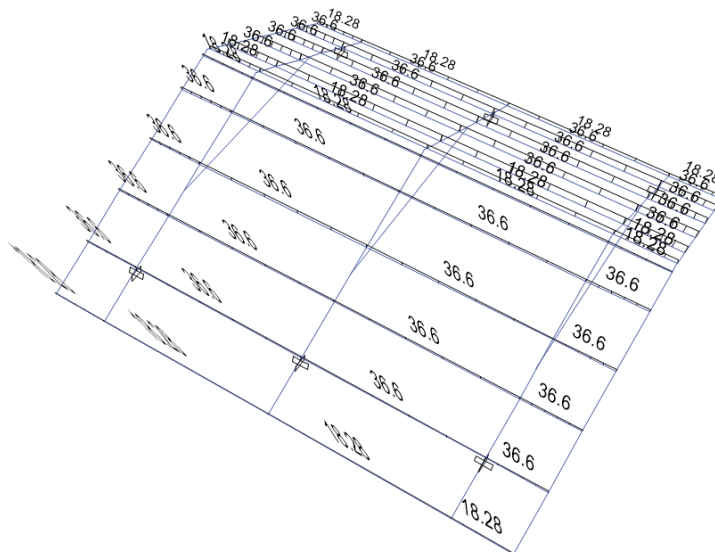
10.2.1. CARGAS DE GRAVEDAD

Para el cálculo de las cargas muertas y vivas se consideran los pesos propios proporcionados por el fabricante, tablas de diseño y la Norma de Cargas E-020 del R.N.E. El peso propio de la estructura lo calcula el software de análisis y diseño en base al peso volumétrico del acero (7850 kgf/m³).

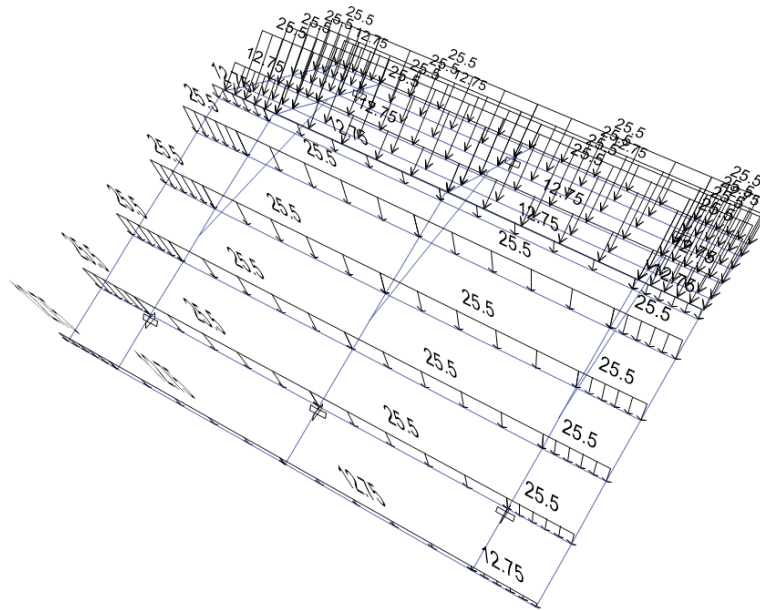
Considerando que el ancho tributario de las correas es igual a 0.85 m, se tienen las siguientes cargas por correa:

CARGA MUERTA	a.- Cobertura metalica	10 kgf/m ²	
	b.-Falso techo	30 kgf/m ²	
	c.- Luminarias, accesorios inst.	3 kgf/m ²	
	TOTAL	43 kgf/m ²	→ 36.6 kgf/m

CARGA VIVA (Cobertura liviana)	30 kgf/m ²	→ 25.5 kgf/m
---------------------------------------	-----------------------	---------------------



Carga Muerta sobre correas (kgf)



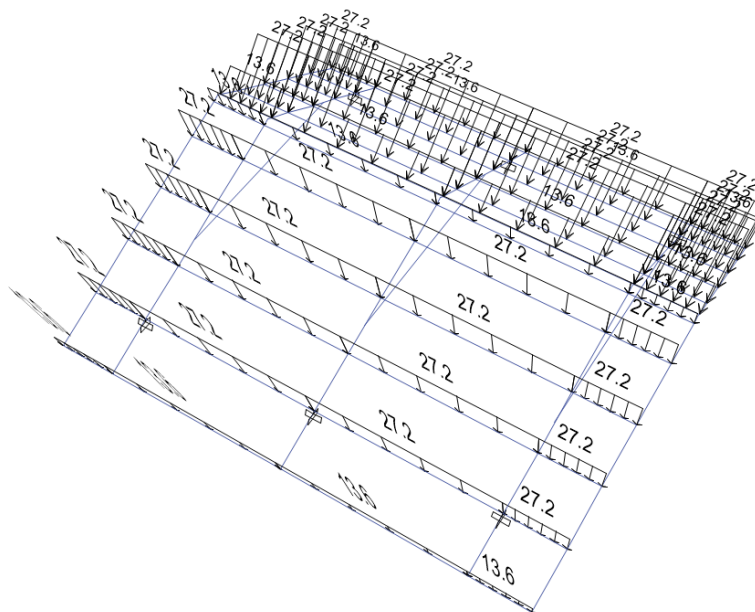
Carga Viva sobre correas (kgf)

10.2.2. CARGA DE NIEVE O GRANIZO

Para el cálculo de los efectos producidos por la nieve acumulada en el techo se considera la forma del techo y el tipo de cobertura, se considera el valor mínimo de la carga básica de nieve sobre el suelo como 40 kgf/m² que equivale a 40 cm de nieve fresca, esta produce una carga de 32 kgf/m² sobre la cobertura. Para la determinación de esta carga se consideró el RNE E-020 Cargas, que estima el peso volumétrico de la nieve fresca como 100 kgf/m³. Así mismo según RNE E-090 Estructuras Metálicas, al considerar la carga de nieve ya no es necesario considerar carga de lluvia o granizo. Considerando que el ancho tributario de las correas es igual a 0.90 m, se tiene la siguiente carga por correa:

CARGA DE NIEVE O GRANIZO

32 kgf/m² → **27.2 kgf/m**



Carga de Nieve o Granizo sobre correas (kgf)

10.2.3. CARGAS DE VIENTO

Para el análisis por viento asumimos la velocidad de viento más crítica según el Mapa Eólico del Perú:

VELOCIDAD DE DISEÑO $V = 130 \text{ Km/h}$

CARGA DE VIENTO $P = (0.005 V^2) C$ $C = C_{ext} - C_{int}$

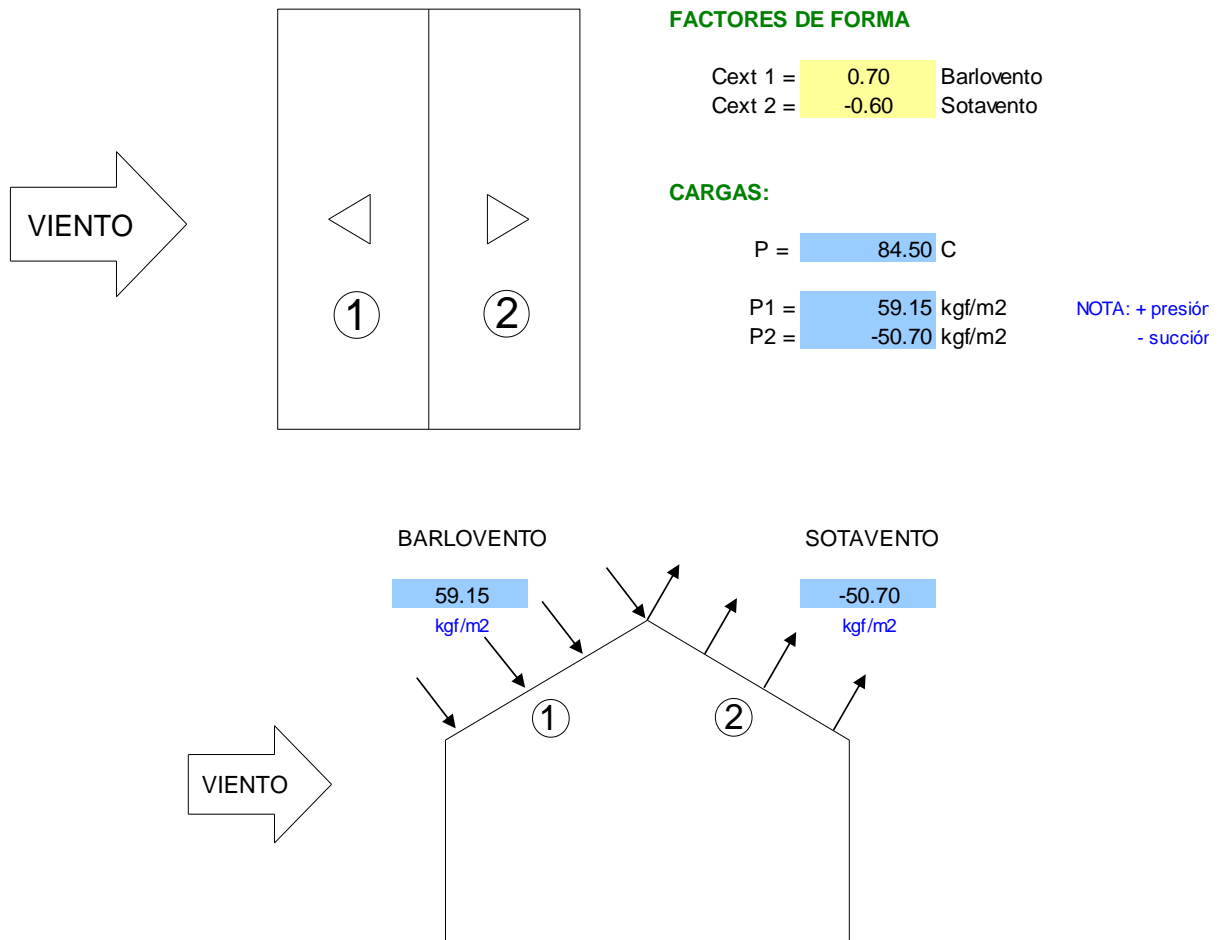
C_{ext} : Coeficiente de carga exterior

C_{int} : Coeficiente de carga interior

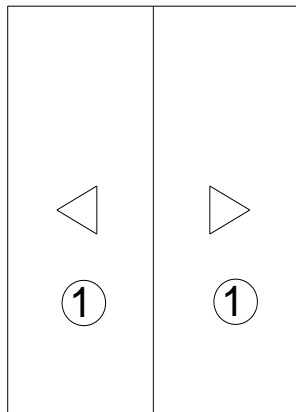
CARACTERISTICAS DEL ANALISIS

Se hacen 2 análisis, uno considerando la dirección del viento como transversal a la edificación y otro considerando la dirección del viento en el sentido longitudinal de la edificación.

VIENTO TRANSVERSAL A LA EDIFICACION



VIENTO LONGITUDINAL A LA EDIFICACION



FACTOR DE FORMA

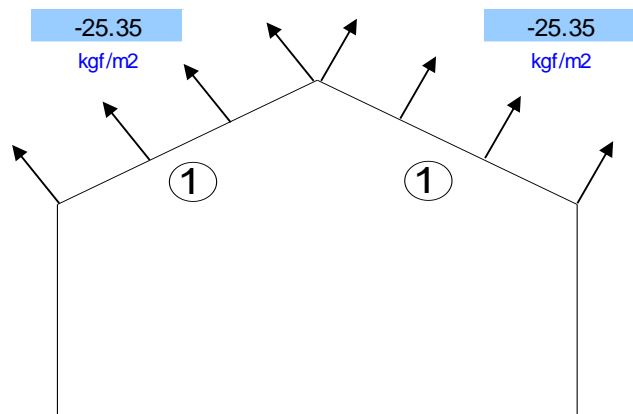
$$C_{int1} = -0.30$$

CARGAS:

$$P = 84.50 \text{ C}$$

$$P1 = -25.35 \text{ kgf/m}^2$$

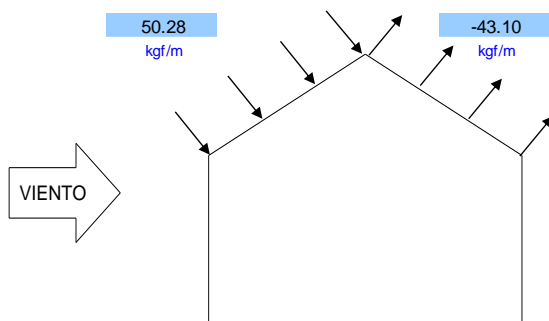
NOTA: + presión
- succión



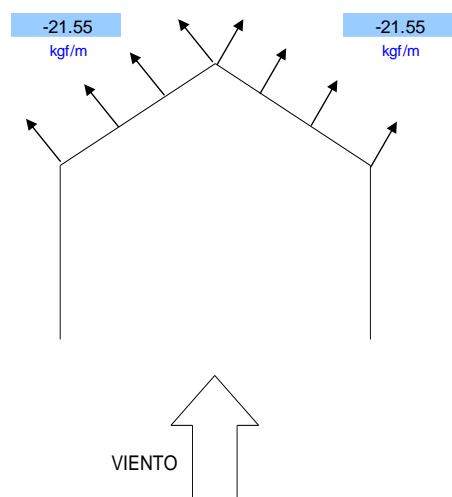
CARGAS DE VIENTO POR CORREA

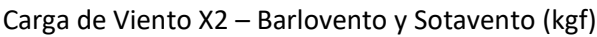
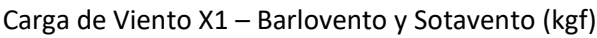
CARGAS POR CORREA - VIENTO TRANSVERSAL

Ancho tributario de correas: 0.85 m



CARGAS POR CORREA - VIENTO LONGITUDINAL





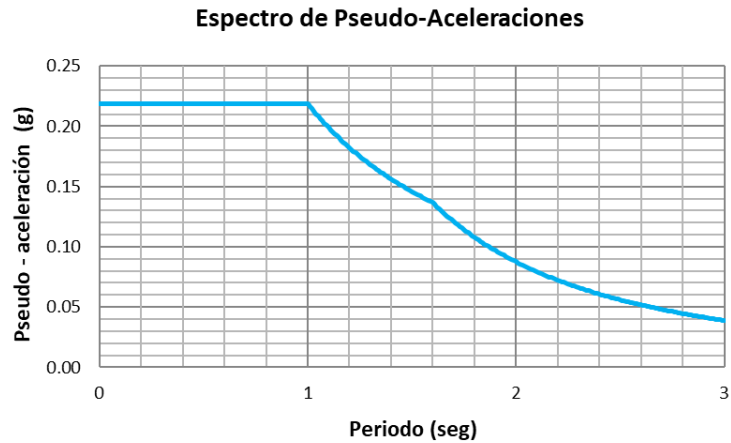
10.2.4. CARGAS DE SISMO

Para considerar las acciones que provoca el sismo sobre la estructura se realiza el ANALISIS DINAMICO MODAL ESPECTRAL, el mismo que en base al espectro de diseño, modos de vibración y a los procedimientos de combinación modal, determina la respuesta de la estructura ante la acción sísmica. En este análisis se considera tanto la acción sísmica horizontal como la vertical y su determinación está basada en los parámetros definidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030 – Diseño Sismorresistente (2018) según las condiciones de ubicación, sitio, importancia y tipo de estructura. Los parámetros sísmicos definidos para el proyecto son los siguientes:

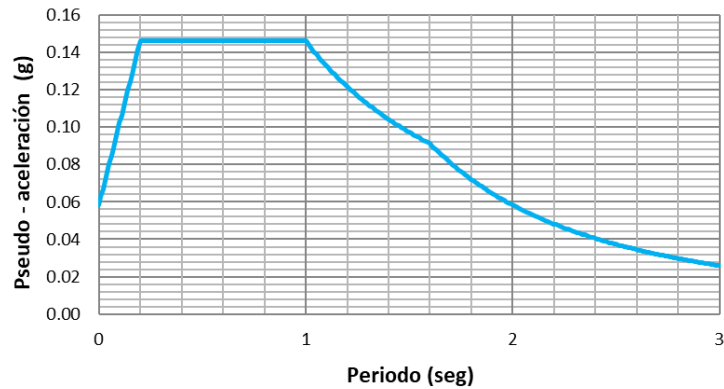
Factor de Zona	Zona 2	$Z = 0.25$
Factor de Uso e Importancia	Categoría C	$U = 1$
Parámetros de Sitio	S3 Suelos Blandos	$S = 1.4$
		$TP = 1 \text{ s}$
		$TL = 1.6 \text{ s}$
Factor de Reducción	Dirección X Pórticos de acero	$R_x = 4$
	Dirección Y Pórticos de acero	$R_y = 4$

Los espectros inelásticos de pseudo aceleraciones se determinan con los parámetros definidos anteriormente y son los siguientes:

DIRECCION HORIZONTAL



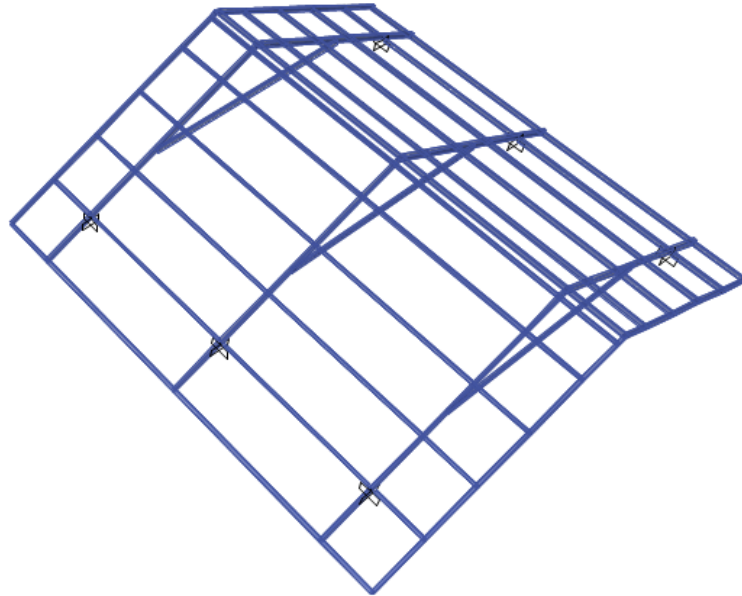
T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.2188	0.41	0.2188	0.81	0.2188	1.21	0.1808	1.61	0.1350
0.02	0.2188	0.42	0.2188	0.82	0.2188	1.22	0.1793	1.62	0.1334
0.03	0.2188	0.43	0.2188	0.83	0.2188	1.23	0.1778	1.63	0.1317
0.04	0.2188	0.44	0.2188	0.84	0.2188	1.24	0.1764	1.64	0.1301
0.05	0.2188	0.45	0.2188	0.85	0.2188	1.25	0.1750	1.65	0.1286
0.06	0.2188	0.46	0.2188	0.86	0.2188	1.26	0.1736	1.66	0.1270
0.07	0.2188	0.47	0.2188	0.87	0.2188	1.27	0.1722	1.67	0.1255
0.08	0.2188	0.48	0.2188	0.88	0.2188	1.28	0.1709	1.68	0.1240
0.09	0.2188	0.49	0.2188	0.89	0.2188	1.29	0.1696	1.69	0.1225
0.10	0.2188	0.50	0.2188	0.90	0.2188	1.30	0.1683	1.70	0.1211
0.11	0.2188	0.51	0.2188	0.91	0.2188	1.31	0.1670	1.71	0.1197
0.12	0.2188	0.52	0.2188	0.92	0.2188	1.32	0.1657	1.72	0.1183
0.13	0.2188	0.53	0.2188	0.93	0.2188	1.33	0.1645	1.73	0.1169
0.14	0.2188	0.54	0.2188	0.94	0.2188	1.34	0.1632	1.74	0.1156
0.15	0.2188	0.55	0.2188	0.95	0.2188	1.35	0.1620	1.75	0.1143
0.16	0.2188	0.56	0.2188	0.96	0.2188	1.36	0.1608	1.76	0.1130
0.17	0.2188	0.57	0.2188	0.97	0.2188	1.37	0.1597	1.77	0.1117
0.18	0.2188	0.58	0.2188	0.98	0.2188	1.38	0.1585	1.78	0.1105
0.19	0.2188	0.59	0.2188	0.99	0.2188	1.39	0.1574	1.79	0.1092
0.20	0.2188	0.60	0.2188	1.00	0.2188	1.40	0.1563	1.80	0.1080
0.21	0.2188	0.61	0.2188	1.01	0.2166	1.41	0.1551	1.81	0.1068
0.22	0.2188	0.62	0.2188	1.02	0.2145	1.42	0.1540	1.82	0.1057
0.23	0.2188	0.63	0.2188	1.03	0.2124	1.43	0.1530	1.83	0.1045
0.24	0.2188	0.64	0.2188	1.04	0.2103	1.44	0.1519	1.84	0.1034
0.25	0.2188	0.65	0.2188	1.05	0.2083	1.45	0.1509	1.85	0.1023
0.26	0.2188	0.66	0.2188	1.06	0.2064	1.46	0.1498	1.86	0.1012
0.27	0.2188	0.67	0.2188	1.07	0.2044	1.47	0.1488	1.87	0.1001
0.28	0.2188	0.68	0.2188	1.08	0.2025	1.48	0.1478	1.88	0.0990
0.29	0.2188	0.69	0.2188	1.09	0.2007	1.49	0.1468	1.89	0.0980
0.30	0.2188	0.70	0.2188	1.10	0.1989	1.50	0.1458	1.90	0.0970
0.31	0.2188	0.71	0.2188	1.11	0.1971	1.51	0.1449	1.91	0.0959
0.32	0.2188	0.72	0.2188	1.12	0.1953	1.52	0.1439	1.92	0.0949
0.33	0.2188	0.73	0.2188	1.13	0.1936	1.53	0.1430	1.93	0.0940
0.34	0.2188	0.74	0.2188	1.14	0.1919	1.54	0.1420	1.94	0.0930
0.35	0.2188	0.75	0.2188	1.15	0.1902	1.55	0.1411	1.95	0.0920
0.36	0.2188	0.76	0.2188	1.16	0.1886	1.56	0.1402	1.96	0.0911
0.37	0.2188	0.77	0.2188	1.17	0.1870	1.57	0.1393	1.97	0.0902
0.38	0.2188	0.78	0.2188	1.18	0.1854	1.58	0.1384	1.98	0.0893
0.39	0.2188	0.79	0.2188	1.19	0.1838	1.59	0.1376	1.99	0.0884
0.40	0.2188	0.80	0.2188	1.20	0.1823	1.60	0.1367	2.00	0.0875

DIRECCION VERTICAL**Espectro de Pseudo-Aceleraciones**

T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)	T (seg)	Sa (g)
0.01	0.0627	0.41	0.1458	0.81	0.1458	1.21	0.1205	1.61	0.0900
0.02	0.0671	0.42	0.1458	0.82	0.1458	1.22	0.1195	1.62	0.0889
0.03	0.0715	0.43	0.1458	0.83	0.1458	1.23	0.1186	1.63	0.0878
0.04	0.0758	0.44	0.1458	0.84	0.1458	1.24	0.1176	1.64	0.0868
0.05	0.0802	0.45	0.1458	0.85	0.1458	1.25	0.1167	1.65	0.0857
0.06	0.0846	0.46	0.1458	0.86	0.1458	1.26	0.1157	1.66	0.0847
0.07	0.0890	0.47	0.1458	0.87	0.1458	1.27	0.1148	1.67	0.0837
0.08	0.0933	0.48	0.1458	0.88	0.1458	1.28	0.1139	1.68	0.0827
0.09	0.0977	0.49	0.1458	0.89	0.1458	1.29	0.1130	1.69	0.0817
0.10	0.1021	0.50	0.1458	0.90	0.1458	1.30	0.1122	1.70	0.0807
0.11	0.1065	0.51	0.1458	0.91	0.1458	1.31	0.1113	1.71	0.0798
0.12	0.1108	0.52	0.1458	0.92	0.1458	1.32	0.1105	1.72	0.0789
0.13	0.1152	0.53	0.1458	0.93	0.1458	1.33	0.1096	1.73	0.0780
0.14	0.1196	0.54	0.1458	0.94	0.1458	1.34	0.1088	1.74	0.0771
0.15	0.1240	0.55	0.1458	0.95	0.1458	1.35	0.1080	1.75	0.0762
0.16	0.1283	0.56	0.1458	0.96	0.1458	1.36	0.1072	1.76	0.0753
0.17	0.1327	0.57	0.1458	0.97	0.1458	1.37	0.1064	1.77	0.0745
0.18	0.1371	0.58	0.1458	0.98	0.1458	1.38	0.1057	1.78	0.0736
0.19	0.1415	0.59	0.1458	0.99	0.1458	1.39	0.1049	1.79	0.0728
0.20	0.1458	0.60	0.1458	1.00	0.1458	1.40	0.1042	1.80	0.0720
0.21	0.1458	0.61	0.1458	1.01	0.1444	1.41	0.1034	1.81	0.0712
0.22	0.1458	0.62	0.1458	1.02	0.1430	1.42	0.1027	1.82	0.0704
0.23	0.1458	0.63	0.1458	1.03	0.1416	1.43	0.1020	1.83	0.0697
0.24	0.1458	0.64	0.1458	1.04	0.1402	1.44	0.1013	1.84	0.0689
0.25	0.1458	0.65	0.1458	1.05	0.1389	1.45	0.1006	1.85	0.0682
0.26	0.1458	0.66	0.1458	1.06	0.1376	1.46	0.0999	1.86	0.0674
0.27	0.1458	0.67	0.1458	1.07	0.1363	1.47	0.0992	1.87	0.0667
0.28	0.1458	0.68	0.1458	1.08	0.1350	1.48	0.0985	1.88	0.0660
0.29	0.1458	0.69	0.1458	1.09	0.1338	1.49	0.0979	1.89	0.0653
0.30	0.1458	0.70	0.1458	1.10	0.1326	1.50	0.0972	1.90	0.0646
0.31	0.1458	0.71	0.1458	1.11	0.1314	1.51	0.0966	1.91	0.0640
0.32	0.1458	0.72	0.1458	1.12	0.1302	1.52	0.0959	1.92	0.0633
0.33	0.1458	0.73	0.1458	1.13	0.1291	1.53	0.0953	1.93	0.0626
0.34	0.1458	0.74	0.1458	1.14	0.1279	1.54	0.0947	1.94	0.0620
0.35	0.1458	0.75	0.1458	1.15	0.1268	1.55	0.0941	1.95	0.0614
0.36	0.1458	0.76	0.1458	1.16	0.1257	1.56	0.0935	1.96	0.0607
0.37	0.1458	0.77	0.1458	1.17	0.1246	1.57	0.0929	1.97	0.0601
0.38	0.1458	0.78	0.1458	1.18	0.1236	1.58	0.0923	1.98	0.0595
0.39	0.1458	0.79	0.1458	1.19	0.1225	1.59	0.0917	1.99	0.0589
0.40	0.1458	0.80	0.1458	1.20	0.1215	1.60	0.0911	2.00	0.0583

10.3. MODELO PARA EL ANALISIS

El modelado se realiza con la finalidad de representar matemáticamente el comportamiento de la estructura y depende de la geometría de la estructura, las propiedades de los materiales que la constituyen y de la magnitud y ubicación de las cargas que actúan sobre ella. En el presente proyecto el modelo de análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces y supone una respuesta lineal elástica.



10.4. DISEÑO DE ELEMENTOS DE ACERO

El diseño de los elementos de acero se realizó por el método de Factores de Carga y Resistencia (LRFD), para el que se debe cumplir que la resistencia requerida R_u sea menor o igual que la resistencia nominal R_n afectada por su correspondiente factor de reducción de resistencia:

$$R_u \leq \phi \cdot R_n$$

Las combinaciones de carga asociadas a este método son las siguientes:

- 1.- $1.4 D$
- 2.- $1.2 D + 1.6 L + 0.5 (S \text{ ó } R)$
- 3.- $1.2 D + 1.6 (S \text{ ó } R) + (0.5 L \text{ ó } 0.8 W)$
- 4.- $1.2 D + 1.3 W + 0.5 L + 0.5 (S \text{ ó } R)$
- 5.- $1.2 D \pm 1.0 E + 0.5 L + 0.2 S$
- 6.- $0.9 D \pm (1.3 W \text{ ó } 1.0 E)$

Donde :

D = efecto de la carga permanente

L = efecto de la carga viva

S = efecto de la carga de nieve

W = efecto de la carga de viento

E = efecto de sismo

R = efecto de la carga por lluvia o granizo

Estos elementos estructurales por sus características geométricas y de apoyo son elementos sometidos a FLEXION y CORTE, por lo que el diseño consiste básicamente en proporcionar la adecuada resistencia ante estos efectos. La resistencia nominal a Flexión se determinó en base a los estados siguientes:

Fluencia:

$$M_n = M_p = F_y Z$$

Pandeo Local de Ala:

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x) \left(3,57 \frac{b}{t} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 4,0 \right) \leq M_p$$

$$M_n = F_y S_x$$

Pandeo Local de Alma:

$$M_n = M_p - (M_p - F_y S_x) \left(0,305 \frac{h}{t_w} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 0,738 \right) \leq M_p$$

La resistencia nominal a Corte se determinó considerando miembros con simetría doble:

$$V_n = 0,6 F_y A_w C_v$$

Donde el coeficiente de corte C_v , se determina de la siguiente manera:

(i) Cuando $h/t_w \leq 1,10 \sqrt{k_v E / F_y}$

$$C_v = 1,0$$

(ii) Cuando $1,10 \sqrt{k_v E / F_y} < h/t_w \leq 1,37 \sqrt{k_v E / F_y}$

$$C_v = \frac{1,10 \sqrt{k_v E / F_y}}{h/t_w}$$

(iii) Cuando $h/t_w > 1,37 \sqrt{k_v E / F_y}$

$$C_v = \frac{1,51 E k_v}{(h/t_w)^2 F_y}$$

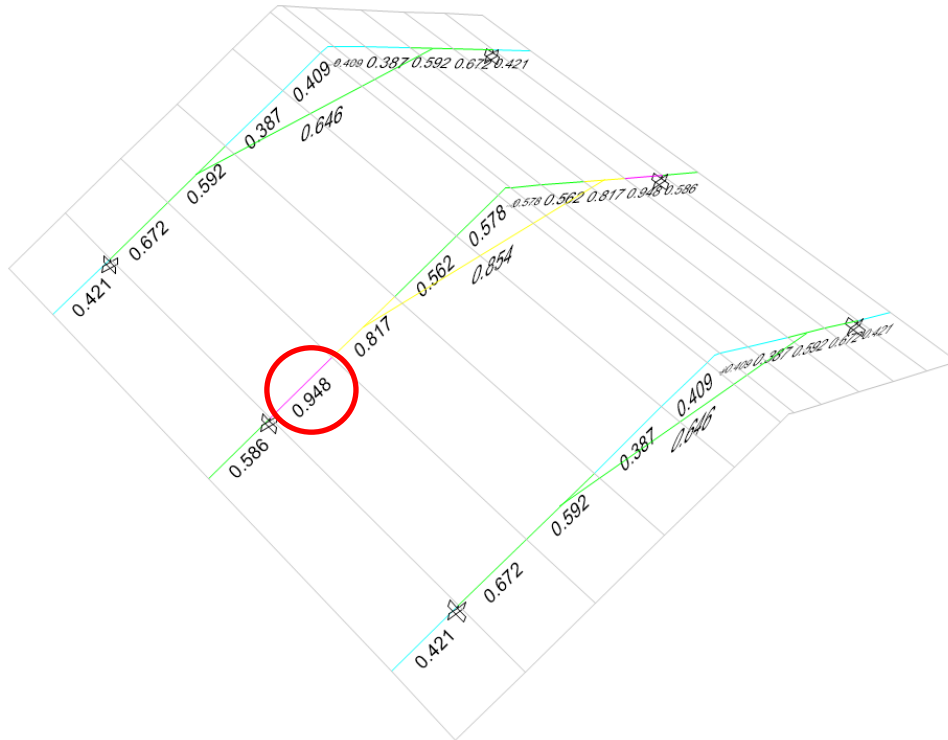
Con K_v igual a:

$$k_v = 5 + \frac{5}{(a/h)^2}$$

$$= 5 \text{ cuando } a/h > 3,0 \text{ o } a/h > \left[\frac{260}{(h/t_w)} \right]^2$$

El análisis y el diseño se realizaron por medio del programa de cálculo ETABS, en él se determinaron las resistencias requeridas, así como las resistencias nominales.

RATIOS DEMANDA/CAPACIDAD – TIJERALES



En todos los elementos que conforman los tijerales, se verifica que la solicitación combinada de carga axial y momento flector (interacción) son menores a la capacidad resistente (ratio < 1) por lo tanto, se cubren con seguridad las solicitaciones que se presentan en cada elemento estructural.

Steel Stress Check Information								
Story		Story2		Analysis Section		tubo 40x80x2		
Brace		D39		Design Section		tubo 40x80x2		
COMBO ID	STATION LOC	MOMENT RATIO	INTERACTION	CHECK	MAJ-SHR	MIN-SHR		
acero 3a	0.8498	0.394 (C)	=	0.332 +	0.062 +	0.000	0.014	0.000
acero 3b	0.0000	0.770 (C)	=	0.285 +	0.485 +	0.000	0.058	0.000
acero 3b	0.4249	0.446 (C)	=	0.285 +	0.161 +	0.000	0.058	0.000
acero 3b	0.8498	0.446 (C)	=	0.285 +	0.161 +	0.000	0.057	0.000
acero 3c	0.0000	0.632 (C)	=	0.318 +	0.314 +	0.000	0.032	0.000
acero 3c	0.4249	0.451 (C)	=	0.318 +	0.134 +	0.000	0.033	0.000
acero 3c	0.8498	0.367 (C)	=	0.317 +	0.049 +	0.000	0.033	0.000
acero 4a	0.0000	0.948 (C)	=	0.227 +	0.721 +	0.000	0.084	0.000
acero 4a	0.4249	0.477 (C)	=	0.227 +	0.251 +	0.000	0.084	0.000
acero 4a	0.8498	0.444 (C)	=	0.227 +	0.217 +	0.000	0.084	0.000
acero 4b	0.0000	0.859 (C)	=	0.280 +	0.578 +	0.000	0.063	0.000
acero 4b	0.4249	0.508 (C)	=	0.280 +	0.228 +	0.000	0.063	0.000
acero 4b	0.8498	0.405 (C)	=	0.280 +	0.125 +	0.000	0.063	0.000
acero 5a	0.0000	0.373 (C)	=	0.219 +	0.061 +	0.093	0.009	0.016
acero 5a	0.4249	0.255 (C)	=	0.219 +	0.010 +	0.026	0.009	0.016

A continuación, se presenta la solicitación y la resistencia nominal del elemento más esforzado (círculo rojo), para los casos de Carga Axial, Momento Flector, Momento Torsor y Fuerza Cortante del TUBO ACERO LAC 40x80x2mm.

Demanda/Capacidad Ratio:

D/C Ratio =	$(P_r/P_c) + (8/9)(M_{r33}/M_{c33}) + (8/9)(M_{r22}/M_{c22})$
0.948 =	0.227 + 0.721 + 0

Solicitación y Resistencia Nominal a Carga Axial:

P_u Force (tonf)	ϕP_{nc} Capacity (tonf)	ϕP_{nt} Capacity (tonf)
1.2755	5.6218	10.5653

Solicitación y Resistencia Nominal a Momento Flector:

	M_u Moment (tonf-m)	ϕM_n Capacity (tonf-m)	ϕM_n No L_{TBD} (tonf-m)
Major Bending	0.2219	0.2736	0.2736
Minor Bending	0	0.168	

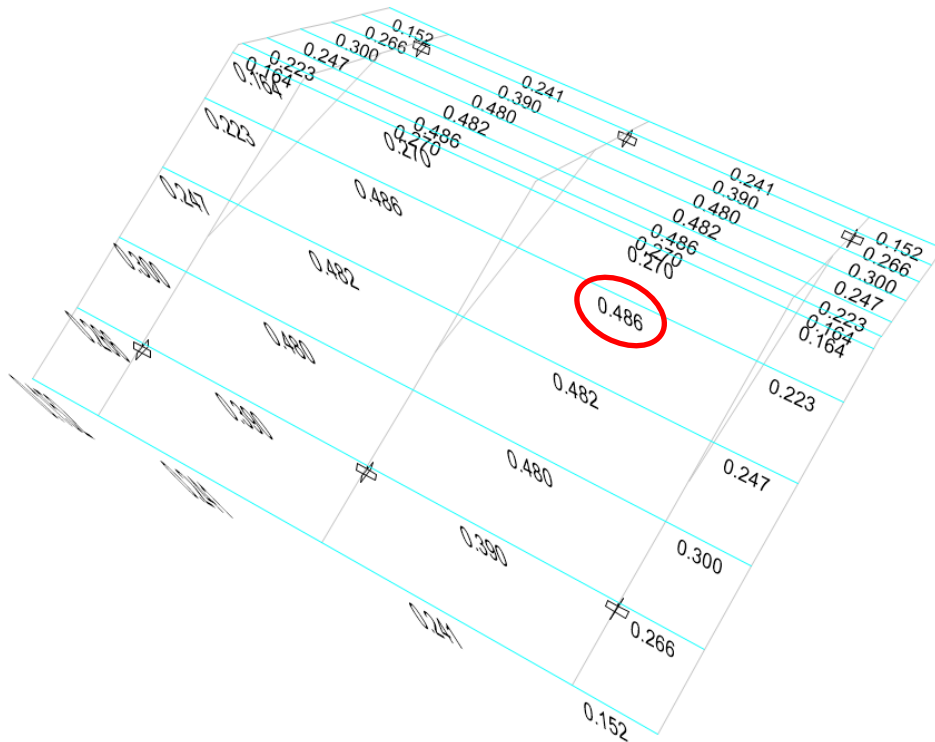
Solicitación y Resistencia Nominal a Momento Torsor:

T_u Moment (tonf-m)	T_n Capacity (tonf-m)	ϕT_n Capacity (tonf-m)
Major Bending	0.2219	0.2736
0	0.1795	0.1616

Solicitación y Resistencia Nominal a Fuerza Cortante:

	V_u Force (tonf)	ϕV_n Capacity (tonf)
Major Shear	0.3414	4.044
Minor Shear	0	1.858

RATIOS DEMANDA/CAPACIDAD – CORREAS



En todas las correas se verifica que la solicitación combinada de carga axial y momento flector (interacción) son menores a la capacidad resistente (ratio < 1) por lo tanto, se cubren con seguridad las solicitaciones que se presentan en cada elemento estructural.

Steel Stress Check Information

Story

Story2

Analysis Section

tubo 40x60x2 correas

Beam

B53

Design Section

tubo 40x60x2 correas

COMBO	STATION	/-----MOMENT INTERACTION CHECK-----//MAJ-SHR---MIN-SHR-/								
ID	LOC	RATIO	=	AXL	+	B-MAJ	+	B-MIN	RATIO	RATIO
acero 3c	2.6000	0.219 (T)	=	0.001	+	0.212	+	0.005	0.027	0.001
acero 4a	0.0000	0.319 (T)	=	2.2E-04	+	0.311	+	0.007	0.057	0.001
acero 4a	0.4333	0.030 (T)	=	2.2E-04	+	0.029	+	0.001	0.037	0.001
acero 4a	0.8667	0.224 (T)	=	2.2E-04	+	0.222	+	0.002	0.016	4.2E-04
acero 4a	1.3000	0.271 (T)	=	2.2E-04	+	0.267	+	0.004	0.004	2.2E-05
acero 4a	1.7333	0.168 (T)	=	2.2E-04	+	0.165	+	0.003	0.024	3.7E-04
acero 4a	2.1667	0.084 (T)	=	2.2E-04	+	0.083	+	0.001	0.045	0.001
acero 4a	2.6000	0.486 (T)	=	2.2E-04	+	0.480	+	0.007	0.065	0.001
acero 4b	0.0000	0.049 (T)	=	0.001	+	0.038	+	0.010	0.007	0.001
acero 4b	0.4333	0.005 (T)	=	0.001	+	0.001	+	0.003	0.004	0.001
acero 4b	0.8667	0.024 (T)	=	0.001	+	0.022	+	0.001	0.002	0.001
acero 4b	1.3000	0.029 (T)	=	0.001	+	0.024	+	0.003	0.001	1.1E-04
acero 4b	1.7333	0.012 (T)	=	0.001	+	0.008	+	0.003	0.004	2.8E-04
acero 4b	2.1667	0.028 (T)	=	0.001	+	0.027	+	1.8E-04	0.006	0.001
acero 4b	2.6000	0.087 (T)	=	0.001	+	0.080	+	0.005	0.009	0.001

Overwrites

Details

OK

Cancel

A continuación, se presenta la solicitación y la resistencia nominal del elemento más esforzado (círculo rojo), para los casos de Carga Axial, Momento Flector, Momento Torsor y Fuerza Cortante del TUBO ACERO LAC 40x60x1.5mm.

Demanda/Capacidad Ratio:

D/C Ratio =	$(P_r / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$
0.486 =	2.198E-04 + 0.48 + 0.007

Solicitación y Resistencia Nominal a Carga Axial:

P_u Force (tonf)	ϕP_{nc} Capacity (tonf)	ϕP_{nt} Capacity (tonf)
0.0038	2.475	8.7437

Solicitación y Resistencia Nominal a Momento Flector:

	M_u Moment (tonf-m)	ϕM_n Capacity (tonf-m)	ϕM_n No L_{TBD} (tonf-m)
Major Bending	0.0849	0.1771	0.1771
Minor Bending	0.0009	0.1333	

Solicitación y Resistencia Nominal a Momento Torsor:

	T_u Moment (tonf-m)	T_n Capacity (tonf-m)	ϕT_n Capacity (tonf-m)
Major Bending	0.0849	0.1771	0.1771
	-0.0022	0.1334	0.12

Solicitación y Resistencia Nominal a Fuerza Cortante:

	V_u Force (tonf)	ϕV_n Capacity (tonf)
Major Shear	0.1919	2.951
Minor Shear	0.0022	1.858