TOMO 4: DISEÑO ESTRUCTURAL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 32088 DE 2024

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA ADECUACIÓN FUNCIONAL DEL EDIFICIO DEL LABORATORIO NACIONAL SUELOS DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI



LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS
BOGOTA D.C
2025

ELABORACIÓN	**NOMBRE**	**CARGO**	**FECHA**
ELABORÓ	Jesus Darío López Sierra	Ingeniero Civil Especialista en Estructuras	2025-04
Firma del profesional responsable			
PROFESIONAL RESPONSABLE	**MATRICULA PROFESIONAL**	**CARGO**	**FIRMA**
Jesús Darío López Sierra	M.P. 22202-311200 COR	Ingeniero Civil Especialista en Estructuras	

INDESCO Desarrollando Soluciones

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1. INTRODUCCIÓN 5
2. ALCANCE 5
3. OBJETIVOS 6
3.1 General 6
3.2 Específicos 6
4. MARCO LEGAL 7
4.1 Normativa General 7
5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 7
6. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA 8
7. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA 9
7.1 Descripción del proyecto 9
7.2 Consideración geotécnica 11
7.3 Grupo de uso 11
7.4 Parámetros sísmicos y espectro 11
7.5 Análisis de cargas 12
7.6 Consideraciones en el diseño 17
8. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS, PLANTAS Y CARGAS 18
9. ACCIONES CONSIDERADAS 21
10. ANALISIS DE IRREGULARIDADES Y VALOR DE R0 26
11. INTERPRETACION DE RESULTADOS DEL PROGRAMA CYPECAD 27
11.1 Diseño de Cimentación 31
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36
13. ANEXOS 37

ÍNDICE DE FIGURAS.

Pág.

Ilustración 1. Límites del Instituto Geográfico Agustín Codazzi 7
Ilustración 2. Localización del predio, Bogotá D.C. 8
Ilustración 3. Diseño del Tanque de Almacenamiento de Agua. 9
Ilustración 4. Apéndice A-4 NSR-10 10
Ilustración 5. Tabla 4-2 10
Ilustración 6. Valores coeficiente de importancia 11
Ilustración 7. Espectro de Diseño (Elástico de Aceleraciones). 12
Ilustración 8. Cargas de losa 12
Ilustración 9. Empuje Hidrostático del Agua. 13
Ilustración 10. Empuje Estático de Tierra. 13
Ilustración 11. Cargas Hidrodinámicas en Dirección X e Y (Pdx, Pdy) 14
Ilustración 12. Calculo de presiones de suelo. 15
Ilustración 13. Empuje Dinámico del Suelo en Dirección X e Y (Pdx, Pdy) 16
Ilustración 14. Cargas de Losa del Nivel Inferior. 16
Ilustración 15. Cargas de Losa del Nivel Superior. 17
Ilustración 16. Datos de Entrada, CYPECAD. 18
Ilustración 17. Datos de Entrada Consideración sísmica, CYPECAD. 19
Ilustración 18. Espesor Mínimo de Muros. 19
Ilustración 19. Datos geométricos de muros. 20
Ilustración 20. Datos de Entrada Sismo CYPECAD. 21
Ilustración 21. Análisis Sísmico Modal Espectral en la Estructura del Tanque, Suministro y RCI 22
Ilustración 22. Modelo 3D. 26
Ilustración 23. Resumen Irregularidades. 27
Ilustración 24. Comprobación Estado Limite de Agotamiento. 28
Ilustración 25. Cuantía Mínima de Muros. 29
Ilustración 26. Muros. 29
Ilustración 27. Comprobación Refuerzo Transversal Mínimo. 30
Ilustración 28. Cimentación. 31
Ilustración 29. Comprobación Cortante. 31
Ilustración 30. Comprobación de Tensión sobre el Terreno. 32
Ilustración 31. Comprobación Despegue. 32
Ilustración 32. Comprobación Cuantía Inferior. 33
Ilustración 33. Comprobación Cuantía Superior. 33
Ilustración 34. Comprobación Cuantía Tapa Inferior. 34
Ilustración 35. Comprobación Cuantía Tapa Superior. 35

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe expone los resultados obtenidos durante el análisis estructural enfocado al diseño de un tanque de agua para el instituto geográfico Agustín Codazzi, teniendo en cuenta las adecuaciones que se van a realizar en el laboratorio de suelos, ubicado en la ciudad de Bogotá en el departamento de Cundinamarca. El propósito de este análisis es dar una solución estructural con la cual satisfacer las necesidades por las que se presentó la necesidad de construir un tanque de almacenamiento de agua adaptado a la estructura existente.

A continuación, en el informe se evidenciará el seguimiento a lo largo del diseño y validación de los resultados obtenidos por medio del uso de herramientas de modelación y el análisis que subsecuentemente entregaran los parámetros estructurales con los que se definirá la estructura proyectada para el tanque, y junto con los parámetros entregados por el estudio de suelos que determinaran la estabilidad de la construcción.

2. ALCANCE

El presente informe abordara los conceptos, la filosofía de diseño, los valores de entrada, la normativa aplicada y todos aquellos parámetros necesarios para el análisis del diseño estructural de las siguientes edificaciones:

1. Tanque de almacenamiento de agua.

Se evidenciarán y sustentarán los resultados y adaptaciones más representativas, con las que se entregara una estructura concluyente y que se soportarán en los anexos del presente informe.

3. OBJETIVOS

3.1 General

Elaborar el diseño estructural del tanque de almacenamiento de agua para el instituto geográfico Agustín Codazzi, con el fin de verificar su funcionalidad, estabilidad y el cumplimento de sus labores hidráulicas.

3.2 Específicos

- Determinar los materiales que se usaran para la estructura teniendo en cuenta sus características y comportamientos mecánicos con respecto a lo establecido en la norma NSR-10.

- Definir los parámetros sísmicos y el espectro de diseño según el procedimiento definido por la norma NSR-10, ajustado con los parámetros de ubicación y clasificación del suelo para la estructura propuesta.

- Definir el método de análisis según las especificaciones determinantes del diseño y las características que establecen la funcionalidad de la estructura.

- Indicar las irregularidades conforme a las determinadas por normativa sismorresistente colombiana y según se aplique al diseño realizado.

- Establecer las consideraciones geotécnicas para el diseño de cimentaciones.

- Resumir las condicionantes con las que se realizara el diseño estructural conforme a los materiales y el comportamiento esperado según el modelo de diseño.

4. MARCO LEGAL

4.1 Normativa General

Para el análisis estructural se toma como referencia los métodos de análisis y la evaluación del comportamiento de la estructura según la norma sismorresistente colombiana NSR-10, los decretos modificatorios al código, la norma americana AISI S100-2016 (LRFD) para aceros conformados y ANSI/AISC 360-16 (LRFD) para aceros laminados y armados.

5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

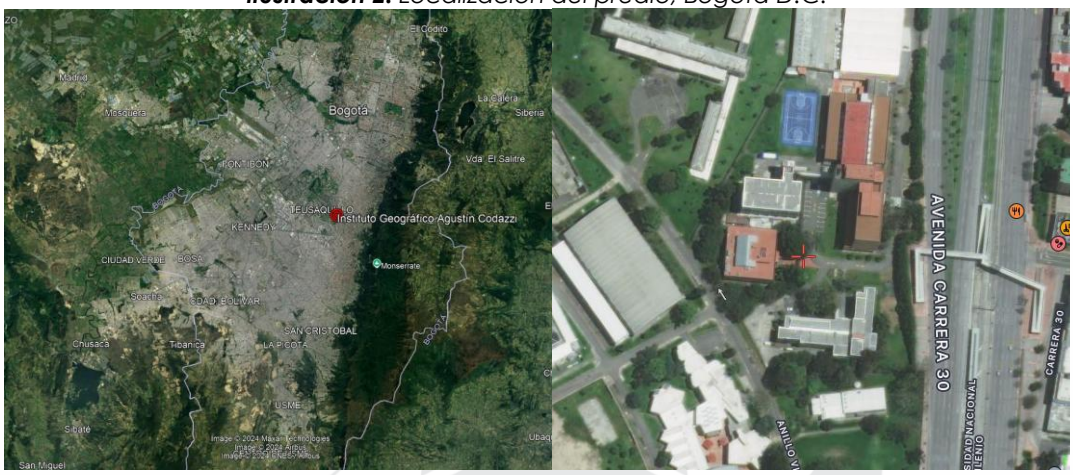
El proyecto tiene como objeto realizar los estudios y diseños para la adecuación funcional del edificio del Laboratorio Nacional de Suelos de la sede central del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Este laboratorio se encuentra en Bogotá, específicamente en las coordenadas 4°38'17.7"N y 74°04'50.1"O, en la intersección de la carrera 30 con la calle 48-51. La ubicación del laboratorio está en las proximidades de la Universidad Nacional de Bogotá.

Ilustración 1. *Límites del Instituto Geográfico Agustín Codazzi*



Fuente: *Elaboración INDESO SAS BIC, 2024.*

Ilustración 2. *Localización del predio, Bogotá D.C.*



Fuente: *Google Earth Satélites Pro, e intervenido por INDESCO SAS BIC, 2024.*

6. VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Programa: **CYPECAD Y CYPE3D**
Versión: 2024
Número de licencia: 164870

Principios de análisis: Los programas de ESTRUCTURAS de CYPE contemplan normas nacionales e internacionales que se aplican para realizar el cálculo, dimensionamiento y comprobación de estructuras de hormigón, acero laminado, acero armado, acero conformado, mixtas, aluminio y madera, sometidas a acciones gravitatorias, viento, sismo y nieve.

La normativa contemplada en el software de CYPE incluye normas vigentes y, además, normas derogadas que se siguen utilizando, bien para comprobar y revisar estructuras que se dimensionaron cuando eran de aplicación, o bien porque se aplicando en otros países distintos al de su origen. Para el caso nuestro aplica la norma NSR-10

Utiliza un mallado de elementos finitos donde analiza la acción de las cargas gravitatorias, viento, sismo, nieve. Para más información remitirse a: http://www.cype.es/cypeingenieros/

StruBIM Shear walls importa los muros de corte del proyecto Open BIM al que están conectados, así como los resultados del análisis. Con estos datos, los usuarios pueden diseñar, editar y comprobar el refuerzo de las diferentes secciones del muro de corte, y una vez finalizado el proceso de diseño del refuerzo, pueden generar y exportar los resultados. El programa ofrece informes de descripción de armaduras, informes de verificación (resumidos o ampliados) y una vista 3D de resultados, mostrando las secciones resistentes y superficies de interacción.

7. DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

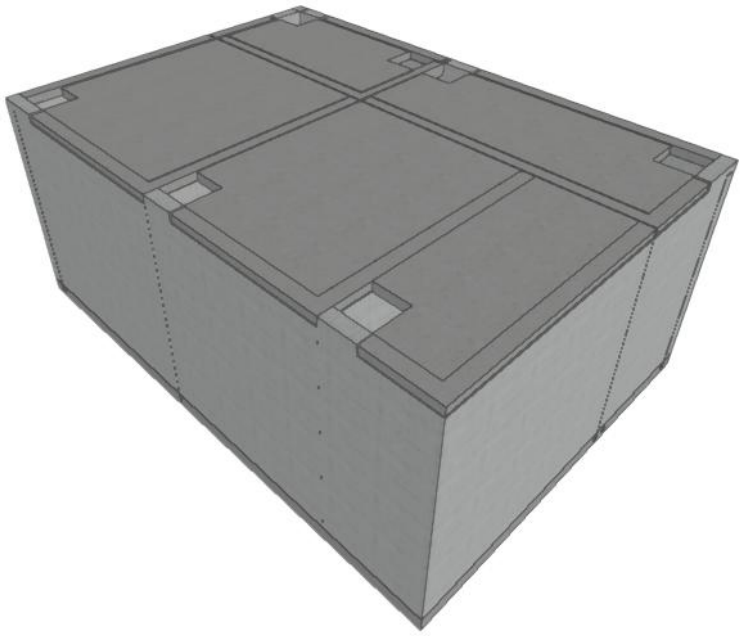
7.1 Descripción del proyecto

Nombre: Tanque de almacenamiento de agua.

Localización: Bogotá D.C

Fecha de elaboración del diseño: Abril 2025

Ilustración 3. *Diseño del Tanque de Almacenamiento de Agua.*



Fuente: Programa de diseño, CYPE.

Según lo establecido se selecciona el grado de disipación de energía teniendo en cuenta la localización y lo establecido en la zona de amenaza sísmica de para la ciudad de **Bogotá D.C.** y por ende se determina que esta es una zona de amenaza **intermedia** como se muestra en Ilustración 4. Apéndice A-4 NSR-10.

Ilustración 4. *Apéndice A-4 NSR-10*

Distrito Capital

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Bogotá D. C.	11001	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06

Fuente: NSR-10

Por lo tanto, se establece el sistema Estructural como:

1. Tanque de almacenamiento de agua: se propone utilizar un sistema de muros en concreto reforzado resistente a momentos con capacidad moderada de disipación de energía (DMO). Donde el coeficiente de capacidad de disipación de energía es de R0=2 según NSR-10 -Tabla A.1.3.-1, AIS 180-13- Tabla 4-2, como se muestra a continuación:

Ilustración 5. *Tabla 4-2*

Tabla 4-2 — COEFICIENTES PARA ESTRUCTURAS DIFERENTES A EDIFICACIONES QUE NO SON SIMILARES A LAS DE EDIFICACIONES

Tipo de estructura diferente a edificaciones	Requisitos de detallado	R_0	Ω_0	Máxima altura permitida h_n (m) para cada zona de amenaza sísmica		
				Alta	Intermedia	Baja
1. Tanques elevados, recipientes, silos o tolvas						
a. Sobre apoyos arriostrados simétricos que no son similares a edificaciones	Sección 7.10	3.0	2.0	50 m	Sin límite	Sin límite
b. Sobre apoyos no arriostrados, o sobre apoyos arriostrados asimétricos que no son similares a edificaciones	Sección 7.10	2.0	2.0	18 m	Sin límite	Sin límite
2. Recipientes horizontales de acero soldado apoyados sobre sillas	Sección 7.14	3.0	2.0	Sin límite	Sin límite	Sin límite
3. Tanques y recipientes apoyados sobre torres estructurales similares a edificaciones	Sección 5.5	Utilizar los valores apropiados del tipo de estructura para sistema combinado o sistema de pórtico resistente a momentos del Capítulo A.3 del Reglamento NSR-10 o de la Tabla 4-1.				
4. Tanques de fondo plano apoyados sobre el terreno:						
a. De acero o de plástico reforzado con fibras:						
i. Anclados mecánicamente	Capítulo 7	3.0	2.0	Sin límite	Sin límite	Sin límite
ii. Auto anclados	Capítulo 7	2.5	2.0	Sin límite	Sin límite	Sin límite
b. De concreto reforzado o preesforzado:						
i. Con base reforzada no deslizante	Capítulo 7	2.0	2.0	Sin límite	Sin límite	Sin límite
ii. Anclados sobre base flexible	Capítulo 7	3.0	2.0	Sin límite	Sin límite	Sin límite
iii. Base flexible no anclada ni restringida	Capítulo 7	1.5	1.5	Sin límite	Sin límite	Sin límite
c. Todos los otros casos		1.5	1.5	Sin límite	Sin límite	Sin límite

Fuente: *AIS-180-13*

Dirección: Av. Calle 26 No 85D - 55 Local A122 y A123
Centro Empresarial Dorado Plaza
Bogotá D.C. Colombia
PBX: (+57) (601) 467 4681/ Móvil: (57) 322 829 13 64
comercial@indesco.com.co

7.2 Consideración geotécnica

A continuación, se describen las recomendaciones dadas por el ingeniero de suelos para el correcto comportamiento de la cimentación e iteración de la estructura con el terreno. Por lo anterior se tiene:

1. Se usará para el análisis símico un perfil de suelo **F** y la ubicación del proyecto en la zona Lacustre 200, del mapa de respuesta sísmica, que se obtiene mediante el decreto 523 del 16 de diciembre de 2010, correspondiente a la microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá. (según análisis símico estudio de suelos).
2. La propuesta de cimentación corresponde a una placa de tipo maciza en concreto reforzado apoyada sobre el terreno. Con una profundidad de desplante de mínimo 3 metros, bajo el nivel del anden exterior del edificio del laboratorio de Suelos.
3. El esfuerzo admisible corresponde a 18.5 Ton/m^2 o 1.85Kg/cm^2. (según parámetros de diseño de estudio de suelos).
4. El módulo de balasto es igual a 1500 Ton/m^3 en el caso de elementos finitos.

7.3 Grupo de uso

De acuerdo con la asociación colombiana de ingeniería sísmica en "AIS-180-13" el grupo de uso de esta estructura corresponde a la **IV** por lo que según la NSR-10 el coeficiente de importancia es de **1.50**.

Ilustración 6. *Valores coeficiente de importancia*

Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Tomado de: *NRS-10- A.2.5.2. 2025.*

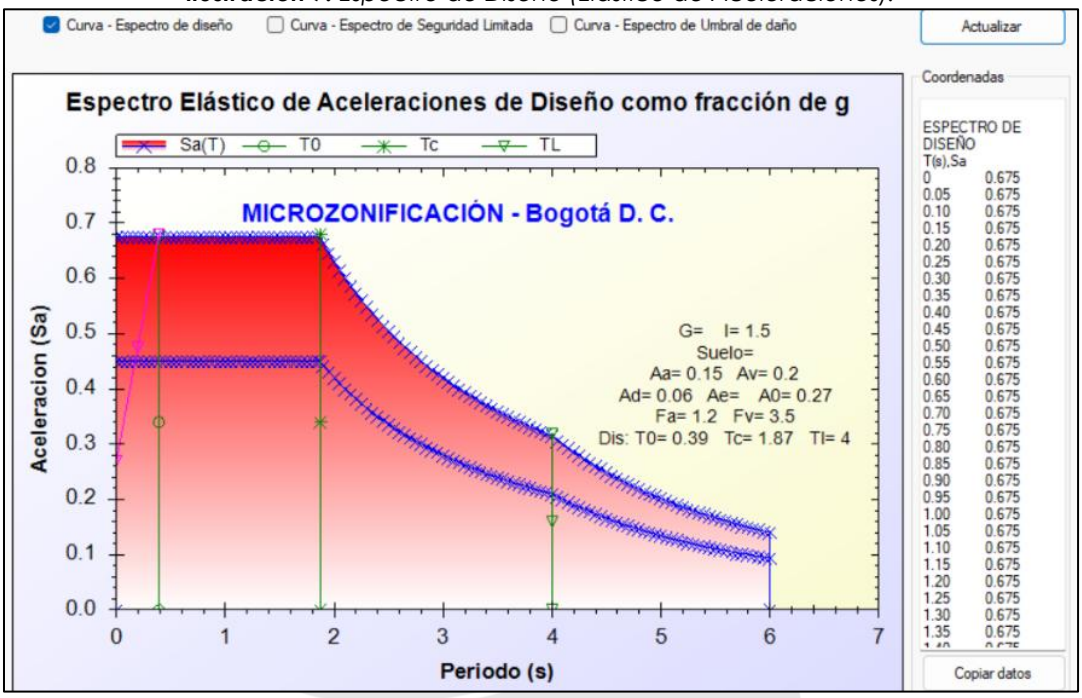
7.4 Parámetros sísmicos y espectro

De acuerdo con la localización del proyecto: Bogotá D.C., el proyecto se encuentra ubicado en la zona Lacustre 200, del mapa de respuesta sísmica, según el decreto 523 del 16 de diciembre de 2010, correspondiente a la microzonificación

Dirección: Av. Calle 26 No 85D - 55 Local A122 y A123
Centro Empresarial Dorado Plaza
Bogotá D.C. Colombia
PBX: (+57) (601) 467 4681/ Móvil: (57) 322 829 13 64
comercial@indesco.com.co

sísmica de la ciudad de Bogotá. (ver estudio de suelos) y tiene un coeficiente de importancia **1.5**. Por tanto, los parámetros sísmicos serán:

Ilustración 7. *Espectro de Diseño (Elástico de Aceleraciones).*



Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

7.5 Análisis de cargas

Para el análisis de carga se tiene en cuenta el titulo B de la NSR-10 cargas vivas, cargas muertas, para la estructura se presenta a continuación el respectivo análisis de cargas y demás consideraciones para el cálculo.

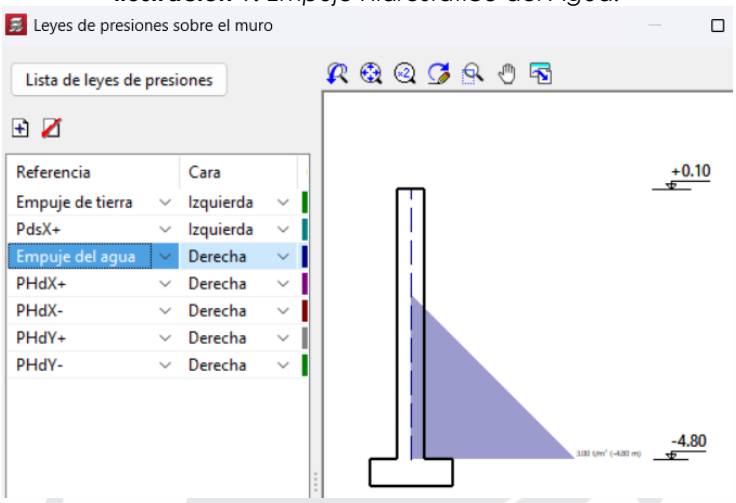
Ilustración 8. *Cargas de losa*

Cargas superficiales en losas			
	Tapa	**Fondo**	**Unidad**
SCU	0.50	0.30	T/m^2
SCP	0.25	3.00	T/m^2

Fuente: *Elaboración Propia, 2025.*

- Empuje hidrostático del agua
  Altura de la lámina de agua: 3.00 m
  Hipótesis F (Ton/m²)

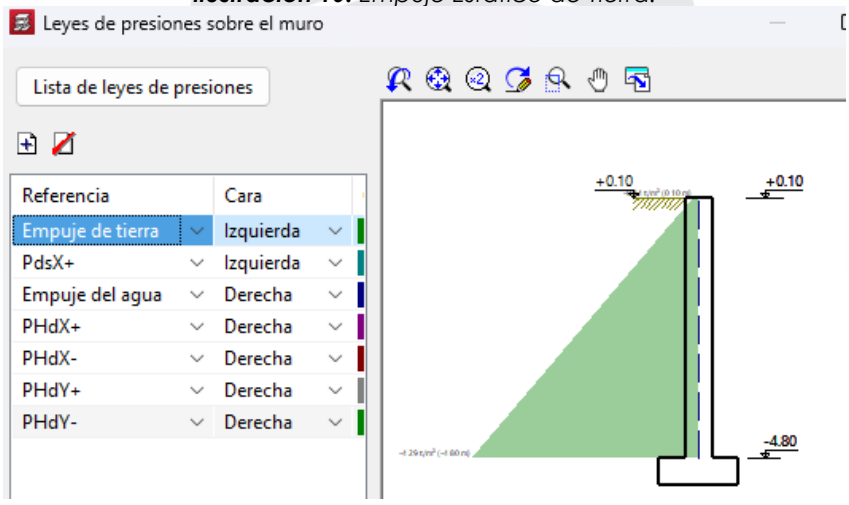
Ilustración 9. *Empuje Hidrostático del Agua.*



Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

- Empuje estático de tierra (Ton/m²)
  Altura: 4.90 m

Ilustración 10. *Empuje Estático de Tierra.*

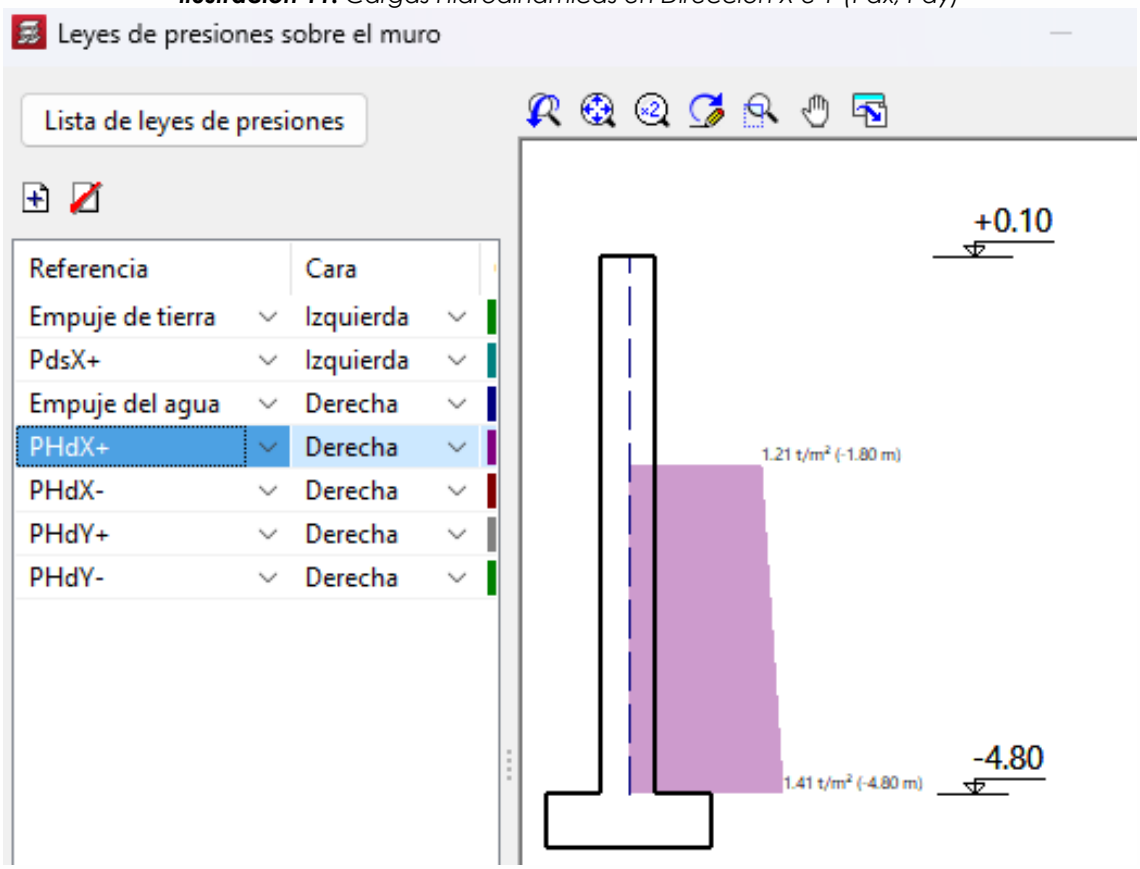


Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

Cargas hidrodinámicas, empuje dinámico del suelo

Este análisis de cargas hidrodinámicas se basa en la normativa AIS 180 -13 t ACI 350 .3-06, (ver anexo cálculo de fuerzas HD) cabe aclarar que actúan en forma simultánea con el empuje dinámico del suelo por lo que se emplea la misma hipótesis, pero con una denominación diferente.

Ilustración 11. *Cargas Hidrodinámicas en Dirección X e Y (Pdx, Pdy)*



Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

Para el cálculo de presiones de tierra se tiene en cuenta el empuje activo dinámico **Kad**, la altura y el peso específico del suelo.

Ilustración 12. *Calculo de presiones de suelo.*

COEFICIENTE ACTIVO DE PRESION DE TIERRAS (Ka)

Mononobe-Okabe

Análisis pseudo-estático

c'=0

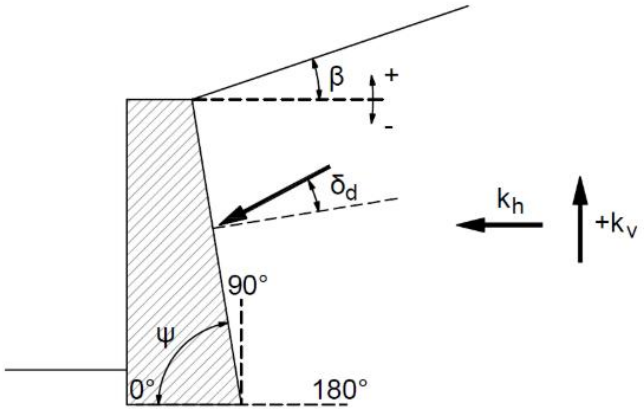
$$Ka = \frac{(1-a_v)\sin^2(\alpha+\varphi-\theta)}{\cos\theta\sin^2\alpha\sin(\alpha-\delta-\theta)\left[1+\sqrt{\frac{\sin(\varphi+\delta)\sin(\varphi-\beta-\theta)}{\sin(\alpha+\delta+\theta)\sin\alpha+\beta}}\right]^2}$$

$\beta < (\varphi' - \theta)$ $\varphi' - \theta$ 0,173469 0,00303

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{a_h}{1-a_v}\right)$ 1,567769

ah	0,17		aceleración horizontal del terreno, debida al sismo
av	0,02		aceleración vertical del terreno, debida al sismo
θ	1,57		
β	0		ángulo del terreno con la horizontal
α	90		ángulo de la cara del muro con la horizontal
δ	0		ángulo de las fuerzas con la normal de cara del muro
$\varphi = \varphi'$	0		angulo de fricción interna (ϕ), esfuerzos efectivos (ϕ)

Angulo del terreno		Rankine	Mononobe-Okabe		
β°	β (rad)	Ka	Da	Ka	β< (
0	0	0,31	1,00	0,51	OK



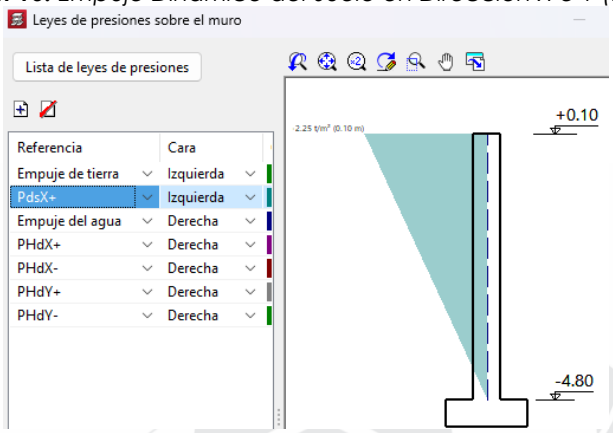
Fuente: *Elaboración propia.*

$$Empuje\ Dinamico = Activo = 0.5 Y_d(h) * K_{ae}$$

$$Empuje\ Dinamico = 0.5 * 1.8\ \frac{Ton}{m^3} * 4.9\ m * 0.51$$

$$\boldsymbol{Empuje\ Dinamico = 2.25\ \frac{Ton}{m^2}}$$

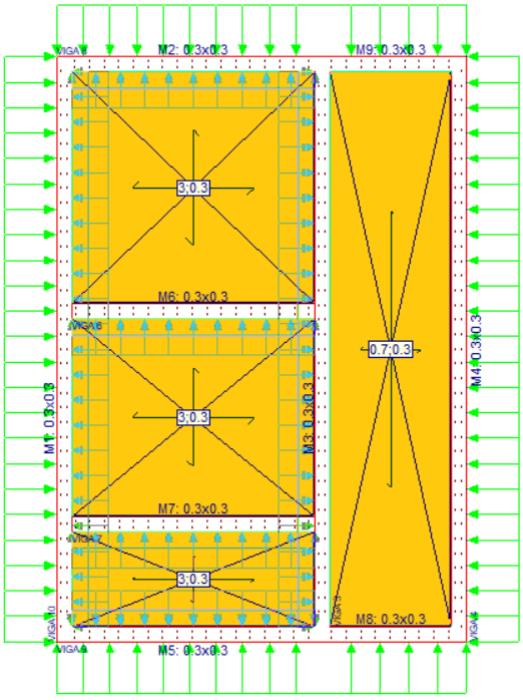
Ilustración 13. *Empuje Dinámico del Suelo en Dirección X e Y (Pdx, Pdy)*



Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

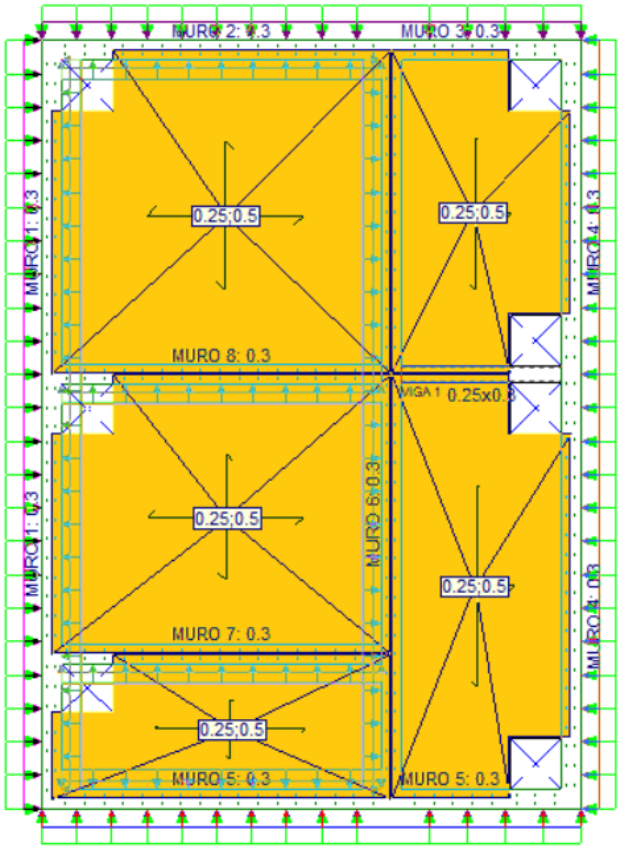
Asignación de cargas en el modelo.

Ilustración 14. *Cargas de Losa del Nivel Inferior.*



Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

Ilustración 15. *Cargas de Losa del Nivel Superior.*



Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

7.6 Consideraciones en el diseño

- El método de análisis será dinámico modal espectral.
- La resistencia del concreto para las edificaciones será de 28,0 MPa (4000 psi), por durabilidad.
- Como la estructura está expuesta el recubrimiento del concreto de muros será de 5 cm y en las placas será de 7.5 cm.

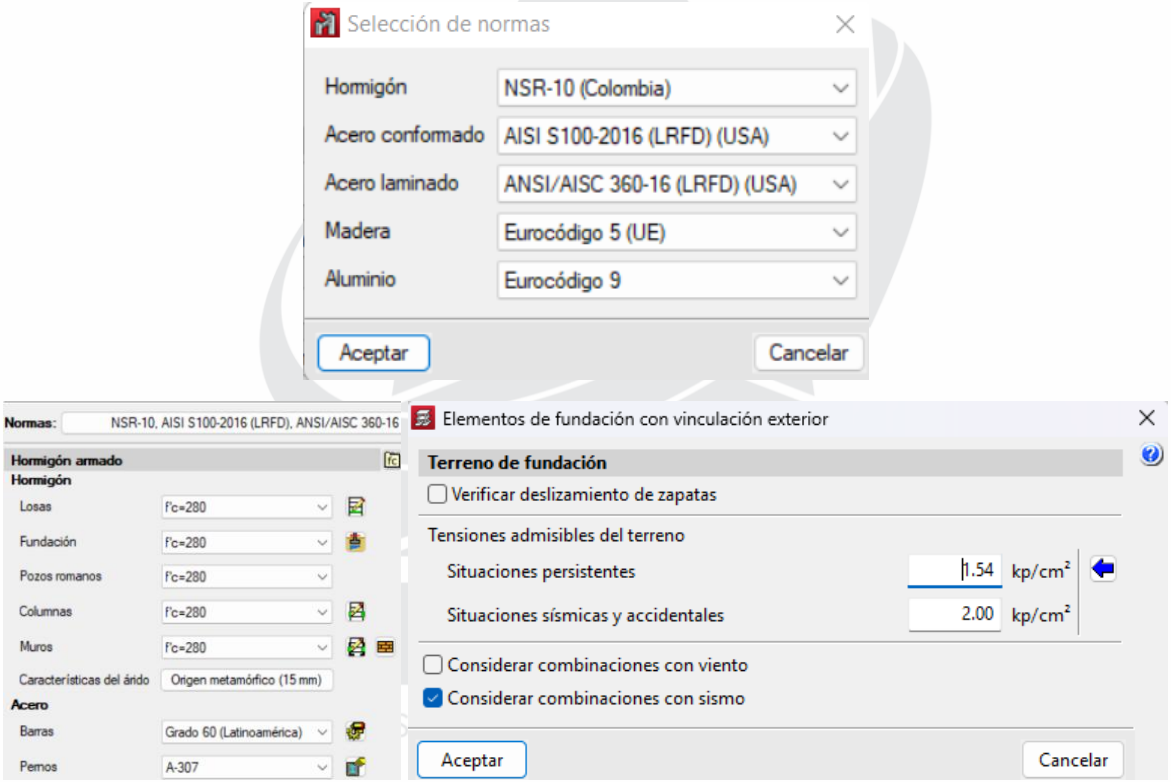
8. DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS, PLANTAS Y CARGAS

La geometría o grupo, se refiere a las plantas que considera el modelo matemático por el programa CYPECAD. Para las estructuras en concreto según la arquitectura definida. A continuación, se muestran los resultados, estos se pueden verificar en el anexo **Listado de datos de obra.**

1. Tanque:

- Datos de Entrada: Normas, materiales, esfuerzos en el suelo.

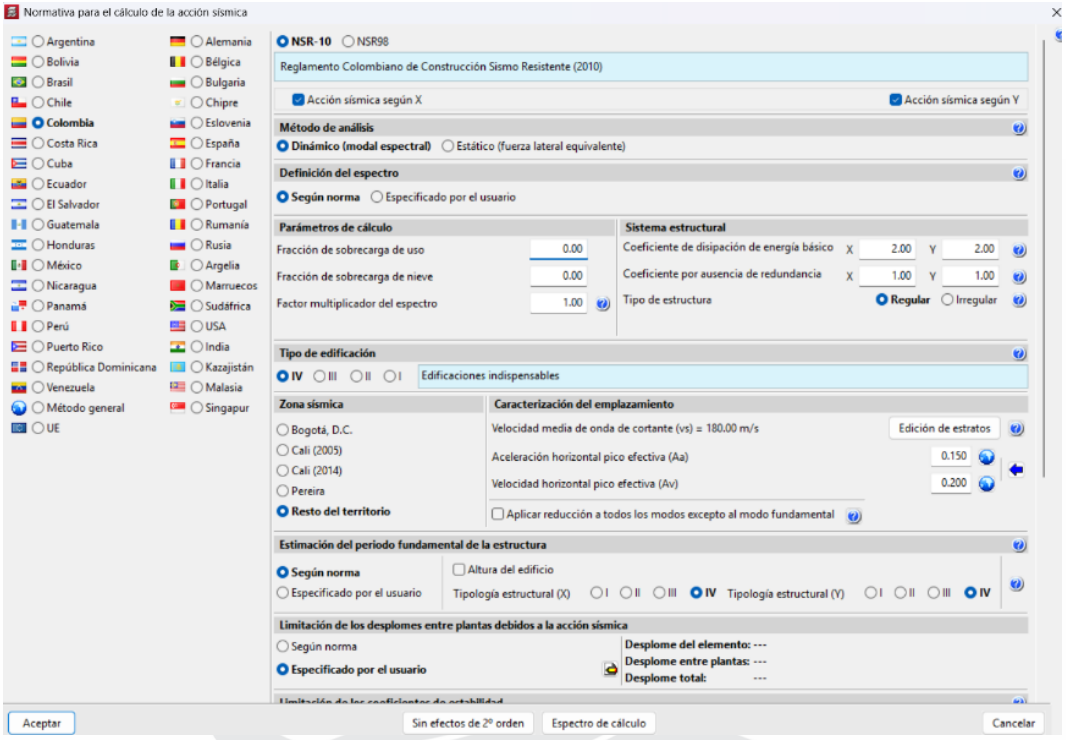
Ilustración 16. *Datos de Entrada, CYPECAD.*



Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

- Consideración sísmica: Normas NSR-10, tipo de análisis, irregularidades, perfil de suelo (VS).

Ilustración 17. *Datos de Entrada Consideración sísmica, CYPECAD.*



Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

Ilustración 18. *Espesor Mínimo de Muros.*

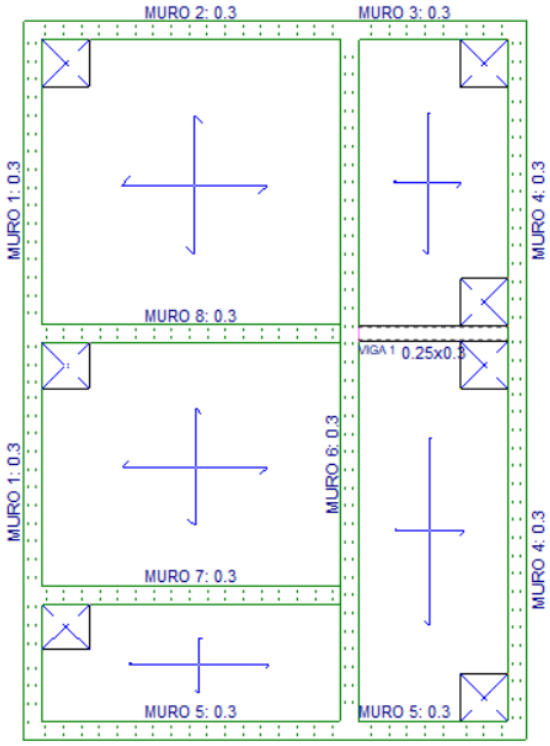
C.23-C.14.6 — Espesor mínimo de muros

C.23-C.14.6.1 — El espesor de los muros que no sean de carga cuya estabilidad vertical no se derive de curvatura del muro en planta no debe ser menor de 150 mm, ni menor de 1/30 de la distancia mínima entre elementos que le proporcionen apoyo lateral.

C.23-C.14.6.2 — El espesor mínimo de muros convencionales de concreto reforzado construidos en sitio que estén en contacto con líquidos y tengan más de 3 m de altura debe ser 300 mm.

Fuente: *NSR-10.*

Ilustración 19. *Datos geométricos de muros.*



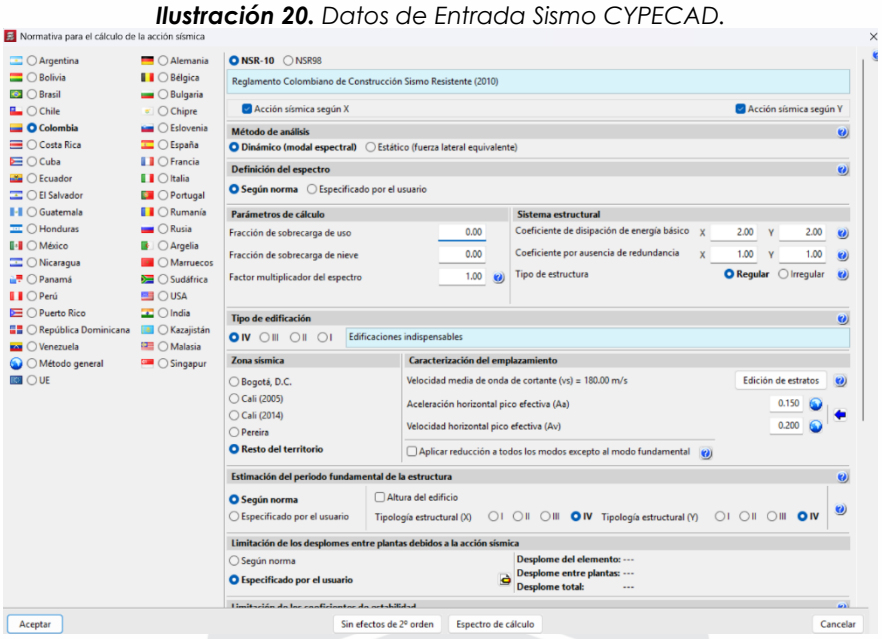
Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.10, 0.10)	(0.10, 11.79)	1	0.15+0.15=0.3
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(0.10, 11.79)	(5.41, 11.79)	1	0.15+0.15=0.3
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(5.41, 0.10)	(5.41, 11.79)	1	0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(8.21, 0.10)	(8.21, 11.79)	1	0.15+0.15=0.3
M5	Muro de hormigón armado	0-1	(0.10, 0.10)	(5.41, 0.10)	1	0.15+0.15=0.3
M6	Muro de hormigón armado	0-1	(0.10, 6.73)	(5.41, 6.73)	1	0.15+0.15=0.3
M7	Muro de hormigón armado	0-1	(0.10, 2.37)	(5.41, 2.37)	1	0.15+0.15=0.3
M8	Muro de hormigón armado	0-1	(5.41, 0.10)	(8.21, 0.10)	1	0.15+0.15=0.3
M9	Muro de hormigón armado	0-1	(5.41, 11.79)	(8.21, 11.79)	1	0.15+0.15=0.3

Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

9. ACCIONES CONSIDERADAS

Para los respectivos análisis estructurales, cabe resaltar que el programa CYPECAD Y CYPE 3D trae consigo integrada la normativa colombiana NSR-10, por lo tanto, al momento de ingresar los parámetros al software estos serán los propios del código colombiano.

Ilustración 20. *Datos de Entrada Sismo CYPECAD.*



Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

Una vez finalizada el ingreso de datos de entrada y cargas, se procede al análisis estructural, los resultados se podrán verificar con detenimiento en la memoria de cálculo **resultados y acción sísmica**.

Una vez corrido el programa lo primero es verificar las derivas que darán origen al desplazamiento, por lo cual en los resultados de deriva por norma se conoce que la deriva máxima será el 1% de la altura, aunque hay que recalcar que:

1. Al ser una estructura de 1 nivel los límites de deriva no son aplicables de acuerdo con A.6.4.1.5 – NSR10.

Lo segundo es verificar el análisis sísmico, con los datos de entrada, cortantes y fuerzas sísmicas los cuales se podrán ver con detenimiento dentro del anexo

justificación sísmica, con la finalidad de revisar los desplazamientos debido a la acción sísmica.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Ilustración 21. *Análisis Sísmico Modal Espectral en la Estructura del Tanque, Suministro y RCI*

SISMO

Norma utilizada: NSR-10
Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (2010)

Método de cálculo: Análisis dinámico espectral (NSR-10, A.3.4.2.2)

1.1. Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)	A_a	0.15	g
A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2)	A_v	0.20	g
V_s: Velocidad media de onda de cortante (NSR-10, A.2.4.3)	V_s	180.00	m/s

Sistema estructural

R_{ox}: Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3)	R_{ox}	2.00
R_{oy}: Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3)	R_{oy}	2.00
Φ_a: Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.5)	Φ_a	1.00
Φ_p: Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.4)	Φ_p	1.00
Φ_{rx}: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8)	Φ_{rx}	1.00
Φ_{ry}: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8)	Φ_{ry}	1.00

Geometría en altura (NSR-10, A.3.3.4 y A.3.3.5): Regular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma
Tipología estructural (X): IV
Tipología estructural (Y): IV

h: Altura del edificio	**h**	0.10	m

Tipo de edificación (NSR-10, A.2.5): IV

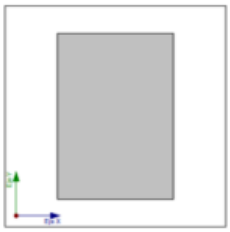
Parámetros de cálculo
Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso	:	0.00
Fracción de sobrecarga de nieve	:	0.00
Factor multiplicador del espectro	:	1.00

Efectos de la componente sísmica vertical
No se consideran

Verificación de la condición de cortante basal: Según norma
No se realiza análisis de los efectos de 2° orden
Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Moderado (DMO)

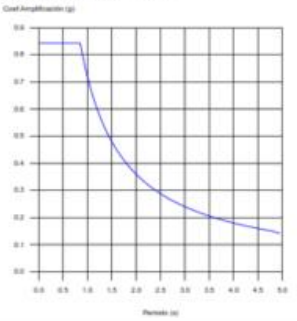
Direcciones de análisis
Acción sísmica según X
Acción sísmica según Y



Proyección en planta de la obra

1.2. Espectro de cálculo

1.2.1. Espectro elástico de aceleraciones



Coef.Amplificación:

$$S_{ae} = 2.5 \cdot A_a \cdot F_a \cdot I \qquad T \le T_C$$

$$S_{ae} = \frac{1.2 \cdot A_v \cdot F_v \cdot I}{T} \qquad T_C \le T \le T_L$$

$$S_{ae} = \frac{1.2 \cdot A_v \cdot F_v \cdot T_L \cdot I}{T^2} \qquad T \ge T_L$$

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.844 g.

NSR-10 (A.2.6.1)

Parámetros necesarios para la definición del espectro

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2) — A_a : 0.15 g

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2) — A_v : 0.20 g

F_a: Coeficiente de amplificación de la aceleración en zona de periodos cortos (NSR-10, Tabla A.2.4-3) — F_a : 1.50

Tipo de perfil de suelo (NSR-10, A.2.4) — Suelo : D

A_a: Aceleración horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2) — A_a : 0.15 g

F_v: Coeficiente de amplificación de la aceleración en zona de periodos intermedios (NSR-10, Tabla A.2.4-4) — F_v : 2.00

Tipo de perfil de suelo (NSR-10, A.2.4) — Suelo : D

A_v: Velocidad horizontal pico efectiva (NSR-10, A.2.2) — A_v : 0.20 g

I: Coeficiente de importancia (NSR-10, A.2.5) — I : 1.50

Tipo de edificación: IV

T_C: Periodo correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante y la parte descendente del mismo (NSR-10, A.2.6.1) — T_C : 0.85 s

$$T_C = 0.48 \frac{A_v \cdot F_v}{A_a \cdot F_a}$$

T_L: Periodo correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante (NSR-10, A.2.6.1) — T_L : 4.80 s

$$T_L = 2.4 \cdot F_v$$

1.2.2. Espectro de diseño de aceleraciones

El espectro de diseño sísmico se obtiene reduciendo el espectro elástico por el coeficiente (R) correspondiente a cada dirección de análisis.

$$S_a = \frac{S_{ae}}{R} \qquad R \ge 1$$

Coeficiente de capacidad de disipación de energía (NSR-10, A.3.3.3)

R_X: Coeficiente de capacidad de disipación de energía de diseño (X)

$$R_X = MIN(R_{X1}, 1.25 R_{Y1})$$

R_Y: Coeficiente de capacidad de disipación de energía de diseño (Y)

$$R_Y = MIN(R_{Y1}, 1.25 R_{X1})$$

R_{0X}: Coeficiente de capacidad de disipación de energía (X) — R_{0X} : 2.00

$$R_X = \phi_a \cdot \phi_p \cdot \phi_r \cdot R_{0X}$$

R_{0Y}: Coeficiente de capacidad de disipación de energía (Y) — R_{0Y} : 2.00

$$R_Y = \phi_a \cdot \phi_p \cdot \phi_r \cdot R_{0Y}$$

Donde:

R_{mX}: Coeficiente de disipación de energía básico (X) (NSR-10, A.3) — R_{mX} : 2.00

R_{mY}: Coeficiente de disipación de energía básico (Y) (NSR-10, A.3) — R_{mY} : 2.00

Φ_a: Coeficiente de irregularidad en altura (NSR-10, A.3.3.5) — Φ_a : 1.00

Φ_p: Coeficiente de irregularidad en planta (NSR-10, A.3.3.4) — Φ_p : 1.00

Φ_{rX}: Coeficiente por ausencia de redundancia (X) (NSR-10, A.3.3.8) — Φ_{rX} : 1.00

Φ_{rY}: Coeficiente por ausencia de redundancia (Y) (NSR-10, A.3.3.8) — Φ_{rY} : 1.00

1.3. Coeficientes de participación

Modo	T	L_x	L_y	L_{qz}	M_x	M_y	Hipótesis X(1)	Hipótesis Y(1)
Modo 1	0.273	0.9984	0.0062	0.0561	100 %	0 %	R = 2 A = 4.139 m/s² D = 7.80649 mm	R = 2 A = 4.139 m/s² D = 7.80649 mm
Modo 2	0.237	0.0041	0.9989	0.0459	0 %	100 %	R = 2 A = 4.139 m/s² D = 5.90353 mm	R = 2 A = 4.139 m/s² D = 5.90353 mm
Modo 3	0.011	0.0537	0.0566	1	0 %	0 %	R = 2 A = 4.139 m/s² D = 0.01252 mm	R = 2 A = 4.139 m/s² D = 0.01252 mm
Total					100 %	100 %		

T: Periodo de vibración en segundos.

L_x, L_y: Coeficientes de participación normalizados en cada dirección del análisis.

L_{qz}: Coeficiente de participación normalizado correspondiente al grado de libertad rotacional.

M_x, M_y: Porcentaje de masa desplazada por cada modo en cada dirección del análisis.

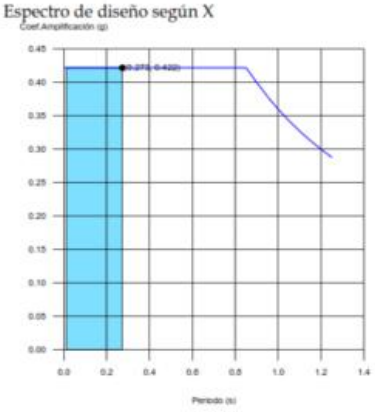
R: Relación entre la aceleración de cálculo usando la ductilidad asignada a la estructura y la aceleración de cálculo obtenida sin ductilidad.

A: Aceleración de cálculo, incluyendo la ductilidad.

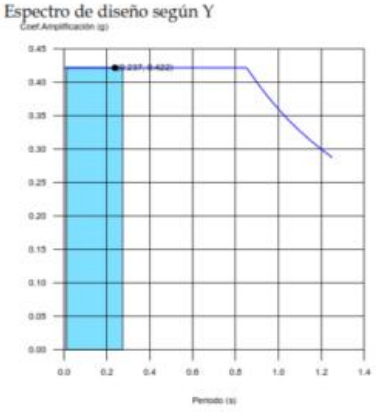
D: Coeficiente del modo. Equivale al desplazamiento máximo del grado de libertad dinámico.

Representación de los periodos modales

Espectro de diseño según X



Espectro de diseño según Y



Se representa el rango de periodos abarcado por los modos estudiados, con indicación de los modos en los que se desplaza más del 30% de la masa:

Hipótesis Sismo X1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 1	0.273	0.422

Hipótesis Sismo Y1		
Hipótesis modal	T (s)	A (g)
Modo 2	0.237	0.422

1.5. Corrección por cortante basal

1.5.1. Cortante dinámico CQC

El cortante basal dinámico (V_d), por dirección e hipótesis sísmica, se obtiene mediante la combinación cuadrática completa (CQC) de los cortantes en la base por hipótesis modal.

Hipótesis sísmica (X)	Hipótesis modal	V_x (t)	$V_{d,x}$ (t)
Sismo X1	Modo 1	118.1228	118.1238
	Modo 2	0.0030	
	Modo 3	0.0012	

Hipótesis sísmica (Y)	Hipótesis modal	V_y (t)	$V_{d,y}$ (t)
Sismo Y1	Modo 1	0.0046	180.6728
	Modo 2	180.6713	
	Modo 3	0.0024	

$V_{d,x}$: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica

$V_{d,y}$: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica

1.5.2. Cortante basal estático

El cortante sísmico en la base de la estructura se determina para cada una de las direcciones de análisis:

$V_{s,x}$: Cortante sísmico en la base (X) (NSR-10, A.4.3.1) — $V_{s,x}$: 75.6066 t

$$V_{s,x} = S_{a,x}(T_a) \cdot W$$

$S_{a,x}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (X) — $S_{a,x}(T_a)$: 0.422 g

$T_{a,x}$: Periodo fundamental aproximado (X) (NSR-10, A.4.2.2) — $T_{a,x}$: 0.01 s

$$T_a = 0.049 \cdot h^{0.75}$$

Tipología estructural (X): IV

h: Altura del edificio — **h** : 0.10 m

$V_{s,y}$: Cortante sísmico en la base (Y) (NSR-10, A.4.3.1) — $V_{s,y}$: 75.6066 t

$$V_{s,y} = S_{a,y}(T_a) \cdot W$$

$S_{a,y}(T_a)$: Aceleración espectral horizontal de diseño (Y) — $S_{a,y}(T_a)$: 0.422 g

$T_{a,y}$: Periodo fundamental aproximado (Y) (NSR-10, A.4.2.2) — $T_{a,y}$: 0.01 s

$$T_a = 0.049 \cdot h^{0.75}$$

Tipología estructural (Y): IV

h: Altura del edificio — **h** : 0.10 m

W: Peso sísmico total de la estructura — **W** : 179.2157 t

El peso sísmico total de la estructura es la suma de los pesos sísmicos de todas las plantas.

$$W = \sum_{i=1}^{n} w_i$$

w_i: Peso sísmico total de la planta "i"

Suma de la totalidad de la carga permanente y de la fracción de la sobrecarga de uso considerada en el cálculo de la acción sísmica.

Planta	w_i (t)
N -4.9	179.2157
$W=\sum w_i$	**179.2157**

1.5.3. Verificación de la condición de cortante basal

Cuando el valor del cortante dinámico total en la base (V_d), obtenido después de realizar la combinación modal, para cualquiera de las direcciones de análisis, es menor que el 80 % del cortante basal sísmico estático (V_s), todos los parámetros de la respuesta dinámica se multiplican por el factor de modificación: $0.80 \cdot V_s / V_d$.

Geometría en altura (NSR-10, A.3.3.4 y A.3.3.5): Regular

NSR-10 (A.5.4.5)

Hipótesis sísmica	Condición de cortante basal mínimo		Factor de modificación
Sismo X1	$V_{d,X1} \geq 0.80 \cdot V_{s,X}$	118.1238 t ≥ 60.4853 t	N.P.
Sismo Y1	$V_{d,Y1} \geq 0.80 \cdot V_{s,Y}$	180.6728 t ≥ 60.4853 t	N.P.

$V_{d,X}$: Cortante basal dinámico en dirección X, por hipótesis sísmica
$V_{s,X}$: Cortante basal estático en dirección X, por hipótesis sísmica
$V_{d,Y}$: Cortante basal dinámico en dirección Y, por hipótesis sísmica
$V_{s,Y}$: Cortante basal estático en dirección Y, por hipótesis sísmica
N.P.: No procede

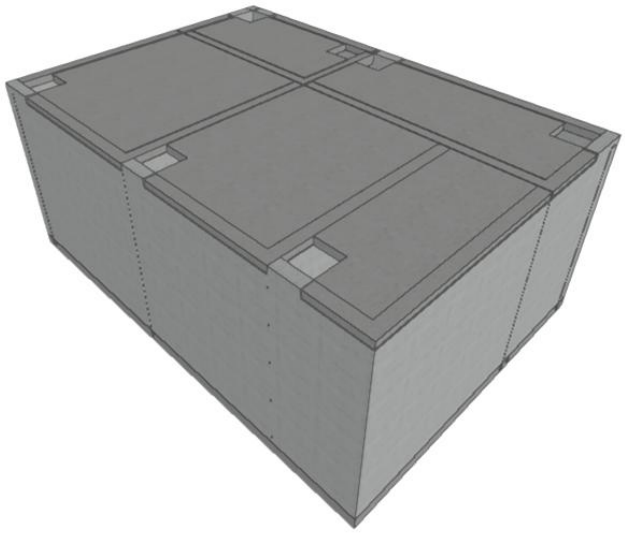
Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

Como se puede observar se presenta el cálculo de los modos de vibración y verificación del cortante basal.

10. ANALISIS DE IRREGULARIDADES Y VALOR DE R0

Con los resultados obtenidos se procede a verificar las distintas irregularidades descritas en la NSR-10 título a, las cuales son en planta, altura y ausencia de redundancia. A continuación, se presenta el respectivo análisis, para cada fase.

Ilustración 22. *Modelo 3D.*



Fuente: *Programa de diseño, CYPE.*

- Irregularidad en altura: debido a que todos los muros llegan desde el arranque hasta el final, no se presenta esta irregularidad. Adicional no hay reducción de plantas en altura.

- Irregularidad en planta: No se presenta.

- Irregularidad ausencia de redundancia: No se presenta.

Del anterior análisis se tiene lo siguiente:

Ilustración 23. *Resumen Irregularidades.*

RESUMEN ANÁLISIS DE IRREGULARIDADES			
TIPO	**IRREGULARIDAD EN PLANTA**	**¿PRESENTA?**	**Φp**
1aP	Irregularidad torsional	NO	1.0
1bP	Irregularidad torsional extrema	NO	1.0
2P	Retroceso excesivo en las esquinas	NO	1.0
3P	Irregularidad del diafragma	NO	1.0
4P	Desplazamiento de los planos de Acción de elementos verticales	NO	1.0
5P	Sistemas no paralelos	NO	1.0
	VALOR GENERAL IRREGULARIDAD EN PLANTA Φp:	**1.0**	
TIPO	**IRREGULARIDAD EN ALTURA**	**¿PRESENTA?**	**Φa**
1aA	Piso flexible (irregularidad en rigidez)	NO	1.0
1bA	Piso flexible extremo (irregularidad extrema en rigidez)	NO	1.0
2A	Irregularidad de la distribución en la masa	NO	1.0
3A	Irregularidad geométrica	NO	1.0
4A	Desplazamiento dentro del plano de acción	NO	1.0
5aA	Piso débil (Discontinuidad en la resistencia)	NO	1.0
5bA	Piso débil extremo	NO	1.0
	VALOR GENERAL IRREGULARIDAD EN ALTURA Φa:	**1.0**	
AUSENCIA POR REDUNDANCIA		**¿PRESENTA?**	**Φr**
		NO	1.00
	VALOR GENERAL AUSENCIA DE REDUNDANCIA Φr:	**1.00**	

Fuente: *Elaboración propia.*

$$Ry = 2.0(1.0)(1.0)(1.0) = 2.0 \qquad Rx = 2.0(1.0)(1.0)(1.0) = 2.0$$

11. INTERPRETACION DE RESULTADOS DEL PROGRAMA CYPECAD

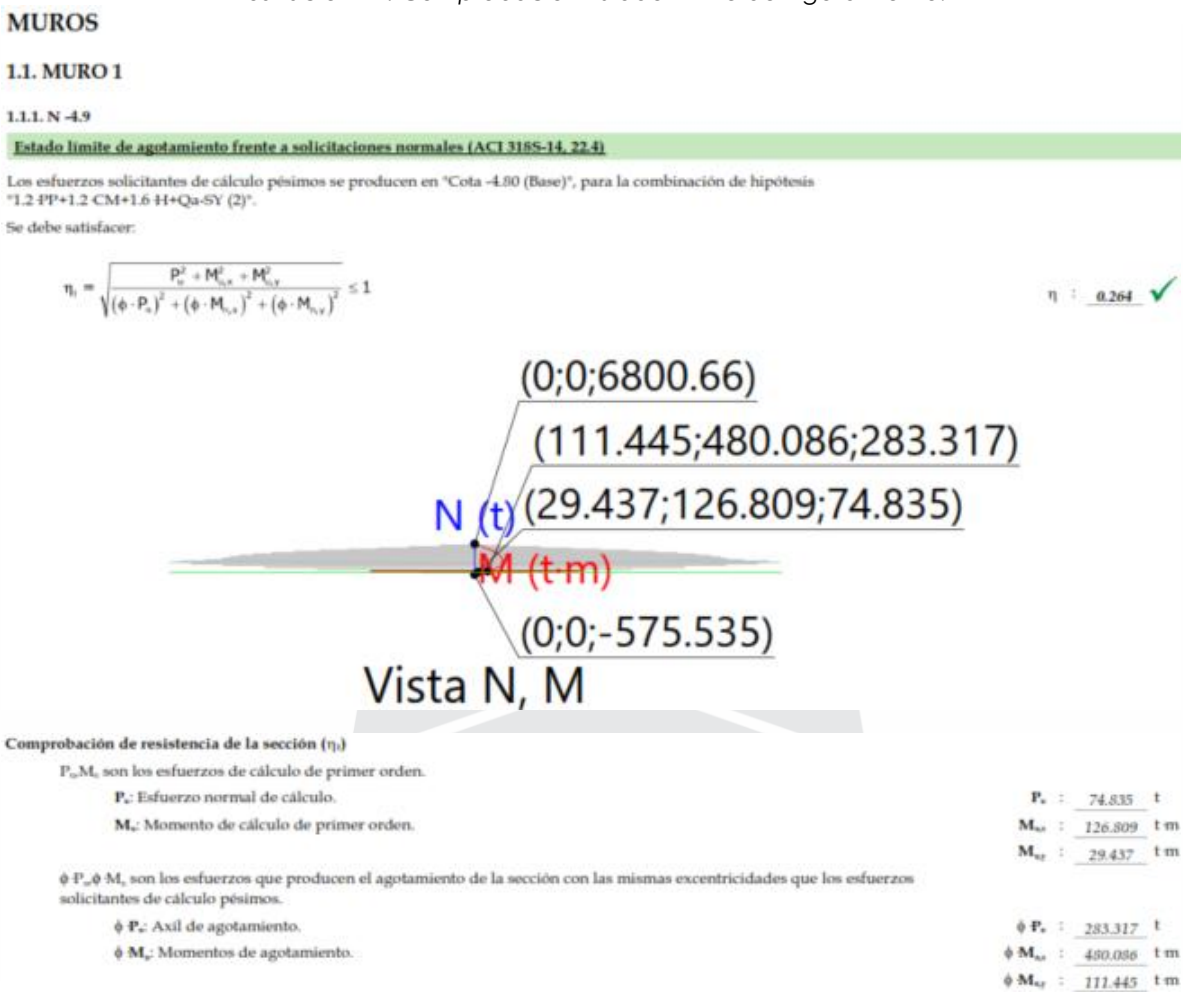
El programa de diseño estructural CYPECAD y StruBIM Shear Walls al tener la normativa NSR-10 integrada para el análisis sísmico, también la tiene para el diseño estructural, en cada elemento del proyecto en sus respectivos reportes, se podrá evidenciar la geometría, sección, acero y verificaciones normativas como separaciones mínimas, flechas, resistencia y demás. Entre los cuales se destacan los más importantes y los que las entidades solicitan con mayor frecuencia:

Estado límite de agotamiento: En el proceso de diseño y análisis de estructuras, es crucial verificar el estado límite de agotamiento para garantizar la seguridad y estabilidad de la construcción. Esta verificación implica revisar tanto el equilibrio de fuerzas como la compatibilidad de deformaciones en la estructura. StruBIM Shear

Dirección: Av. Calle 26 No 85D - 55 Local A122 y A123
Centro Empresarial Dorado Plaza
Bogotá D.C. Colombia
PBX: (+57) (601) 467 4681/ Móvil: (57) 322 829 13 64
comercial@indesco.com.co

Walls, como herramienta de diseño estructural, integra esta verificación para asegurar la fiabilidad de sus modelos, se encuentra con más detalle en el anexo de muros detallados.

Ilustración 24. *Comprobación Estado Limite de Agotamiento.*



Fuente: *StruBIM Shear Walls.*

Refuerzo transversal y longitudinal mínimo: Este refuerzo debe ser superior a la cuantía mínima que tiene un valor de 0.0025 y depende del área bruta de concreto de una sección perpendicular a este refuerzo, StruBIM Shear Walls tiene en cuenta esta verificación la cual podrá encontrar en los anexos comprobaciones de muros detalladas, con la siguiente imagen y numeral:

Ilustración 25. *Cuantía Mínima de Muros.*

MUROS

TABLA C.23-C.7.12.2.1 — CUANTÍAS MÍNIMAS DE RETRACCIÓN DE FRAGUADO Y VARIACIÓN DE TEMPERATURA

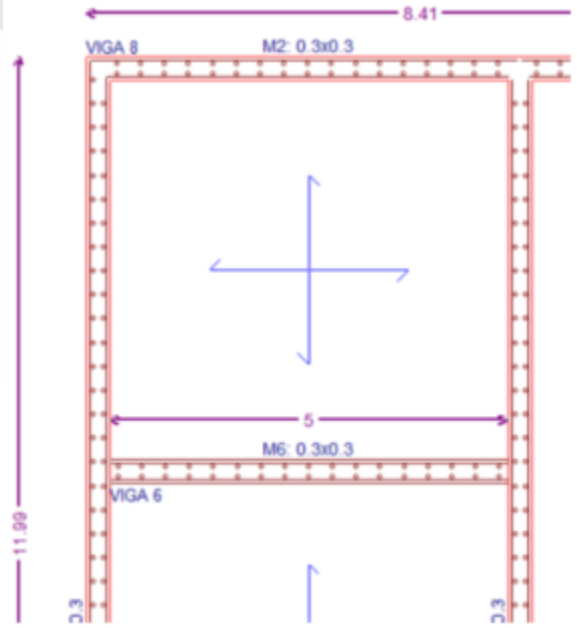
Distancia entre juntas para compensar movimientos†	Cuantías mínimas de refuerzo de retracción de fraguado y variación de temperatura	
	f_y = 240 MPa	f_y = 420 MPa
menos de 6 m	0.0030	0.0030
6 a menos de 9 m	0.0040	0.0030
9 a menos 12 m	0.0050	0.0040
12 m o más	0.0060*	0.0050*

†La distancia es entre juntas de expansión y juntas de contracción de profundidad total. Cuando se trate de juntas de contracción de profundidad parcial las cuantías mínimas se deben determinar multiplicando la distancia real entre juntas de contracción de profundidad parcial por 1.5.

*Corresponde a la cuantía máxima a emplear cuando no se proveen juntas para compensar movimientos.

Fuente: *NSR-10.*

Ilustración 26. *Muros.*



Fuente: *Elaboración propia.*

$$P_{min} = 0.004$$

$$As_{min} = 30\ x\ 100\ x\ 0.004 = \frac{12.0\ cm^2}{2}$$

$$\boldsymbol{As_{min} = 6.0\ \frac{cm^2}{m}\ \#4\ ;\ cada\ 0.2\ m}$$

Ilustración 27. *Comprobación Refuerzo Transversal Mínimo.*

Refuerzo transversal mínimo (ACI 318S-14, 11.6)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en Cota -4.80 (Base), para la combinación de hipótesis 1.4·PP+1.4·CM.

Cuando $V_u \leq 0.5\ \phi V_c$ en el plano, se debe cumplir:

$\rho_t \geq \rho_{t,min}$ **0.0043 ≥ 0.0025** ✓

Donde:

ρ_t: Cuantía del área de refuerzo transversal distribuido al área bruta de concreto de una sección perpendicular a este refuerzo. ρ_t : 0.0043

$\rho_{t,min}$: Cuantía mínima. $\rho_{t,min}$: 0.0025

Tamaño de la barra	f_y	$\rho_{t,min}$
≤ No.16	≥ 420 MPa	0.0020
	< 420 MPa	0.0025
> No.16	--	0.0025

V_u: Fuerza cortante mayorada en la sección. V_u : 11.2 kN

V_c: Resistencia nominal a cortante proporcionada por el concreto. V_c : 2069.6 kN

d_b: Diámetro máximo del refuerzo. d_b : 12.7 mm

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : 412.02 MPa

Refuerzo transversal mínimo (ACI 318S-14, 11.6)

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en Cota -4.80 (Base), para la combinación de hipótesis 1.4·PP+1.4·CM.

Cuando $V_u \leq 0.5\ \phi V_c$ en el plano, se debe cumplir:

$\rho_t \geq \rho_{t,min}$ **0.0043 ≥ 0.0025** ✓

Donde:

ρ_t: Cuantía del área de refuerzo transversal distribuido al área bruta de concreto de una sección perpendicular a este refuerzo. ρ_t : 0.0043

$\rho_{t,min}$: Cuantía mínima. $\rho_{t,min}$: 0.0025

Tamaño de la barra	f_y	$\rho_{t,min}$
≤ No.16	≥ 420 MPa	0.0020
	< 420 MPa	0.0025
> No.16	--	0.0025

V_u: Fuerza cortante mayorada en la sección. V_u : 11.2 kN

V_c: Resistencia nominal a cortante proporcionada por el concreto. V_c : 2069.6 kN

d_b: Diámetro máximo del refuerzo. d_b : 12.7 mm

f_y: Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo. f_y : 412.02 MPa

Fuente: *StruBIM Shear Walls.*

Las demas comprobaciones y esfuerzos, estaran en los **anexos** adjunto a este informe.

11.1 Diseño de Cimentación

La cimentación se diseño considerando los linderos del proyecto, la capacidad admisible del suelo y los esfuerzo producidos por las cargas del modelo. Se usara placa maciza.

Ilustración 28. *Cimentación.*

C.23-C.15.14.4.2 — La cuantía mínima de refuerzo sobre la sección bruta debe ser 0.0050 en cada dirección ortogonal en losas-membrana no preesforzadas. Debe colocarse refuerzo adicional en los bordes y en otras discontinuidades de acuerdo con el diseño. Debe utilizarse refuerzo electrosoldado o barras de refuerzo corrugadas. El máximo espaciamiento entre alambres paralelos en el refuerzo electrosoldado no puede ser mayor de 100 mm. El máximo espaciamiento entre barras corrugadas debe ser el menor entre 300 mm y dos veces el espesor de la losa.

Fuente: *NSR-10.*

COMPROBACION CORTANTE

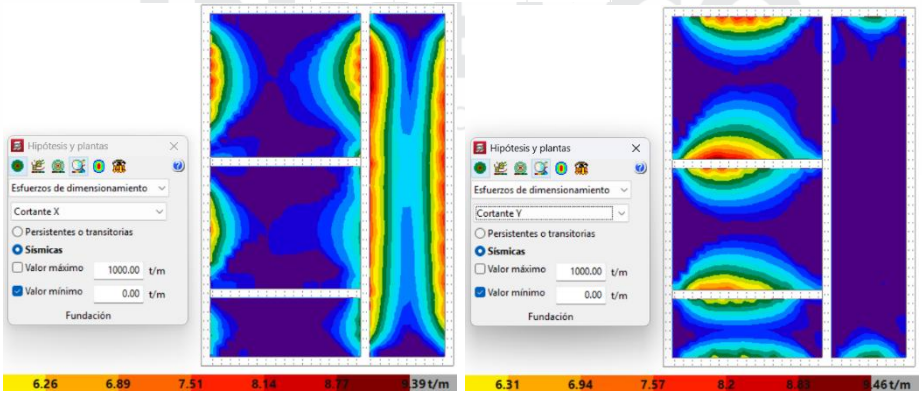
Según la comprobación se tiene un valor de cortante máximo de **9.46 t/m** el cual es inferior al valor admisible que es de **16.536 ton/m**

Ilustración 29. *Comprobación Cortante.*

Verificación cortante

$$\emptyset Vc = 0.75\frac{\sqrt{f'c}}{6}bd$$

F´c	*28*	*Mpa*
B	*5*	*m*
H	*0.3*	*m*
d	*0.05*	*m*
ϕVc	*16.536*	*Ton*

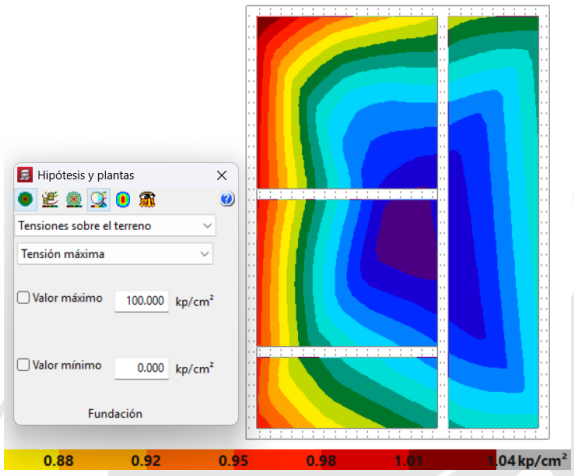


Fuente: *Programa de Diseño, CYPE.*

COMPROBACION TENSION SOBRE TERRENO

La comprobación de tensión sobre terreno se cumple ya que el valor máximo es de 1.04 kp/cm^2 y el valor admisible es de 1.85 kp/cm^2.

Ilustración 30. *Comprobación de Tensión sobre el Terreno.*

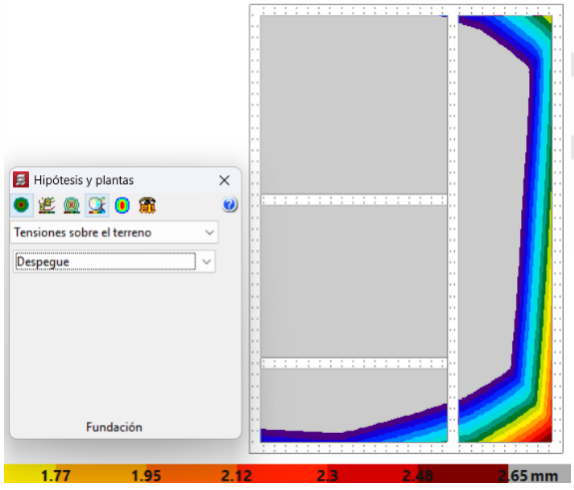


Fuente: *Programa de Diseño, CYPE.*

COMPROBACION DESPEGUE

En cuanto a despegue se tiene un valor despreciable de 2.65 mm.

Ilustración 31. *Comprobación Despegue.*



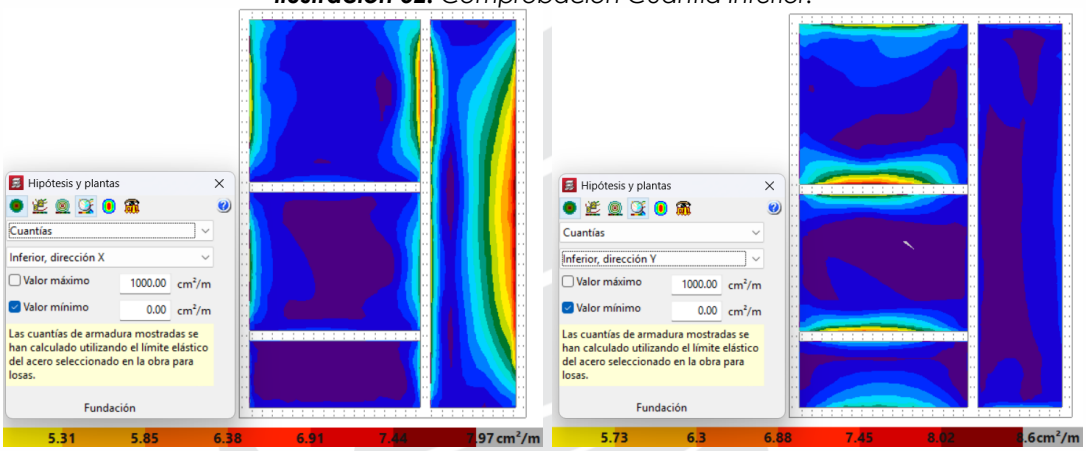
Fuente: *Programa de Diseño, CYPE.*

COMPROBACION CUANTIAS

Se usaran los isovalores (elementos finitos), teniendo en cuenta un acero base equivalente a la cuantia minima: 0.005x30cmx100xm= 15.0 cm²/m

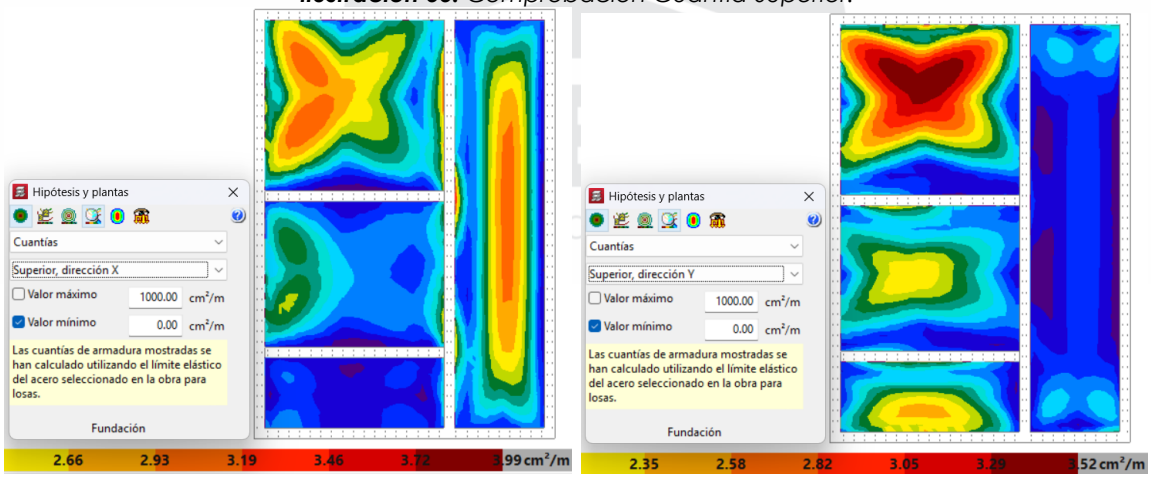
Sin embargo se optara por usar acero N5 (5/8") separado cada 25cm con cuantia de 7.5 cm²/m para el inferior y superior.

Ilustración 32. *Comprobación Cuantía Inferior.*



Fuente: *programa de diseño CYPE.*

Ilustración 33. *Comprobación Cuantía Superior.*



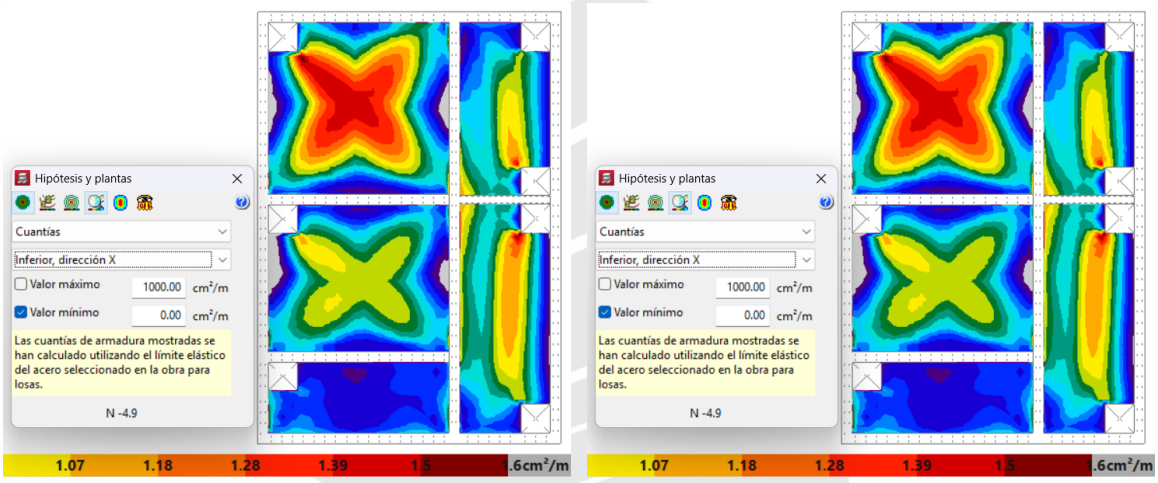
Fuente: *programa de diseño CYPE.*

COMPROBACION CUANTIAS TAPA

Se usaran los isovalores (elementos finitos), teniendo en cuenta un acero base equivalente a la cuantia minima: 0.0018x20cmx100cm= 3.6cm²/m

Sin embargo se optara por usar acero N4 (1/2") separado cada 30cm con cuantia de 3.66cm²/m para la parrilla inferior.

Ilustración 34. *Comprobación Cuantía Tapa Inferior.*

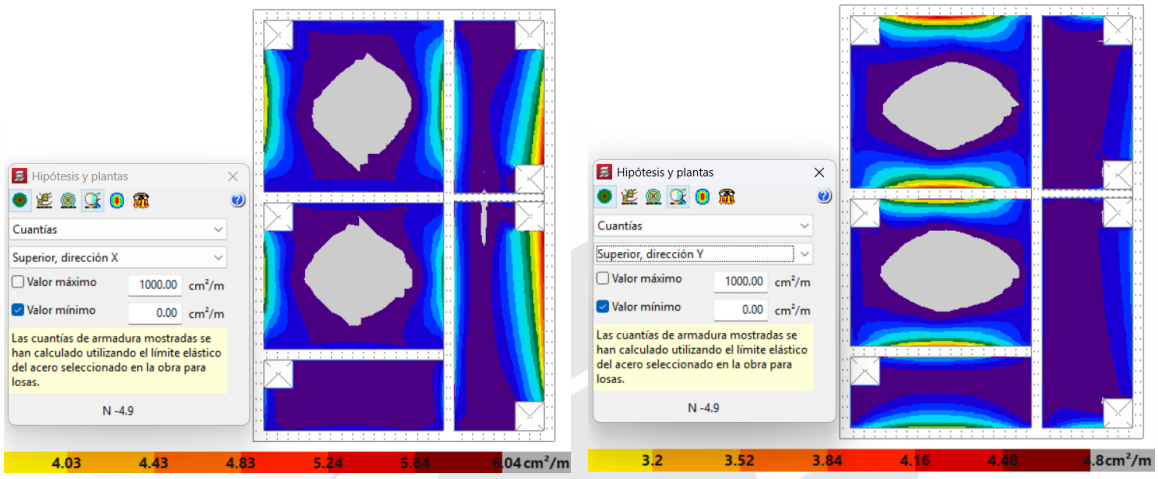


Fuente: *Elaboración propia y Programa de diseño CYPE.*

Se usaran los isovalores (elementos finitos), teniendo en cuenta un acero base equivalente a la cuantia minima: 0.0018x20cmx100cm= 3.6cm²/m

Sin embargo se optara por usar acero N4 (1/2") separado cada 25cm con cuantia de 4.39cm²/m para la parrilla superior (teniendo en cuenta que se mide **(d)** en la cara del elemento).

Ilustración 35. *Comprobación Cuantía Tapa Superior.*



Fuente: *Elaboración propia y Programa de diseño CYPE.*

De esta manera se concluye el diseño estructural para losas.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El método de análisis para la edificación del proyecto corresponde al modal espectral.

2. Esta estructura corresponde al grupo de uso **IV** y tiene un coeficiente de importancia **1.50**.

3. Se realiza un análisis de cargas detallado para cada fase del proyecto, esto con la finalidad de prever todas las cargas a la cual la estructura estará sometida durante su vida útil.

4. Se realiza la comprobación de cuantías de muros, de losa inferior y superior (tapa), obteniendo como resultado muros con espesor de 30cm con dos parrillas de acero #4 cada 20cm, losa inferior con 30cm de espesor y dos parrillas de acero #5 cada 25cm y la losa superior (tapa) con espesor de 20cm, con dos parrillas de acero #4 la superior cada 25cm y la inferior cada 30cm.

5. Los demás resultados, comprobaciones y verificaciones deben ser revisadas por la entidad ya que en el presente informe es un resumen de los valores representativos de los puntos más importantes y relevantes para estructuras de concreto.

6. Se recomienda cumplir con las medidas, tamaños y secciones de los elementos, así como verificar y realizar un seguimiento continuo del proyecto en la etapa de ejecución.

13. ANEXOS

Adjunto al presente informe técnico se hace entrega de un medio magnético que contiene en carpetas cada una de las memorias de cálculo.

INDESCO
Desarrollando Soluciones