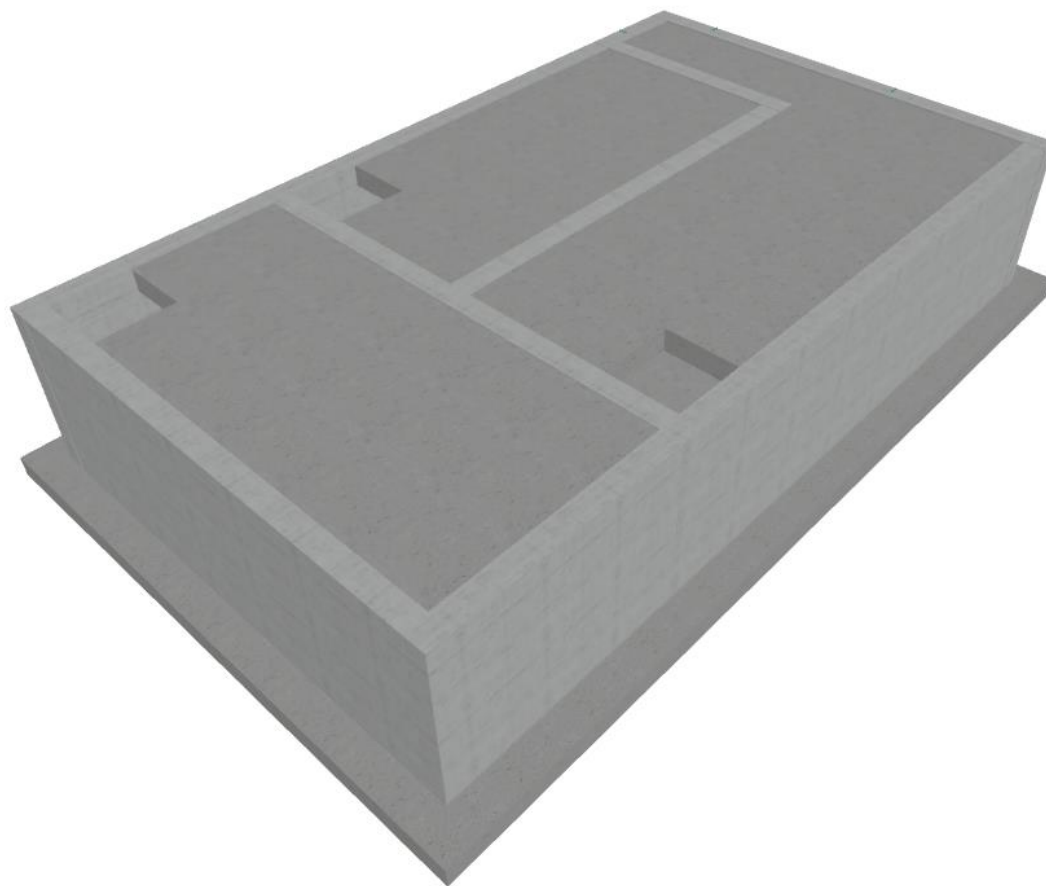


**ANÁLISIS Y DISEÑO TANQUE ENTERRADO.
REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN
SISMO RESISTENTE NSR-10**



**NOMBRE DEL PROYECTO:
“CONSTRUCCIÓN DE OBRA NUEVA DE LA E.S.E HOSPITAL MANAURE DEL MUNICIPIO DE
MANAURE – CESAR”**

**CAMILO ANDRES CASTILLA GONZALEZ
ING CONSULTOR**

Valledupar, enero del 2024

TABLA DE CONTENIDO

1. ALCANCE DE LOS TRABAJOS	4
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO Y NIVEL DE AMENAZA SISMICA	5
4. DEFINICIÓN DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO	5
4.1.1 EFECTOS LOCALES	5
4.1.2 VALOR DEL COEFICIENTE FA	6
4.1.3 VALOR DEL COEFICIENTE FV.....	6
4.1.4 GRUPO DE USO DE LA EDIFICACIÓN	6
4.1.5 ANÁLISIS DE CARGAS DE LA EDIFICACIÓN	7
4.6 MASA DEL TANQUE.....	7
4.7 PERIODO DE LA EDIFICACIÓN:	7
4.8 RESUMEN DE VARIABLES PARA EL CÁLCULO DE LAS FUERZAS SISMICAS Y ESPECTRO DE ACELERACIONES:.....	7
5. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURACIÓN Y DEL MATERIAL ESTRUCTURAL EMPLEADO.....	8
6. EMPUJE DINAMICO DE TIERRAS Y FUERZAS HIDRODINÁMICAS.....	8
7. PRESIÓN ESTÁTICA DE FLUIDOS	8
8. PRESIÓN DINÁMICA DE FLUIDOS	9
9. COMBINACIONES DE CARGAS.....	12
10. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL	13

10.1 PROGRAMA DE COMPUTADOR.....	13
11. PARÁMETROS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO.	14
12. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES.	14
12.1 CONCRETOS.....	15
12.2 REFUERZO	15
13. PLANOS ESTRUCTURALES	15
14. CRITERIO DE DISEÑO	15
15. NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	15
16. MÉTODO DE ANÁLISIS SÍSMICO Y ESTRUCTURAL	16
17. RECOMENDACIONES.....	16
18. CONCLUSION.....	16
19. ANEXOS.....	17

1. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

El presente estudio contiene el análisis sísmico y diseño estructural de un tanque enterrado, de capacidad de 112 m³ siguiendo las recomendaciones de la NSR-10, el proyecto se ubica en el municipio de Manaure, dpto. del Cesar. Con relación al cálculo existente, que se realizó con la NSR-10, se puntualiza lo siguiente: Los estudios geotécnicos se realizaron siguiendo las recomendaciones de la NSR-10:

- $K_s=833 \text{ ton/m}^3$
- $Q_{ad}=17 \text{ ton/m}^2$
- Profundidad de desplante= (2-3) m.
- Perfil de suelo tipo D acorde lo estipulado en la tabla A.2.4-1.
- Zona de amenaza sísmica Baja.
- No se encuentra nivel freático por la profundidad de desplante.
- Peso específico del suelo=1.55 t/m²

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Es un tanque enterrado de almacenamiento de agua potable proyectado con muros de concreto perimetral con una longitud aproximada de 12.50 m y un ancho aproximado de 6.90 m. con dimensiones en planta de 7.60 m de longitud por 3.00 m de ancho. Este tanque contiene un cuarto de bombas de 3.00 m de ancho y 6.30 m de largo. El proyecto consta de una losa superior de 0.25 m de espesor y la cimentación es una losa de fundación con muros estructurales de 0.30 m de espesores y una profundidad de 2.50 m

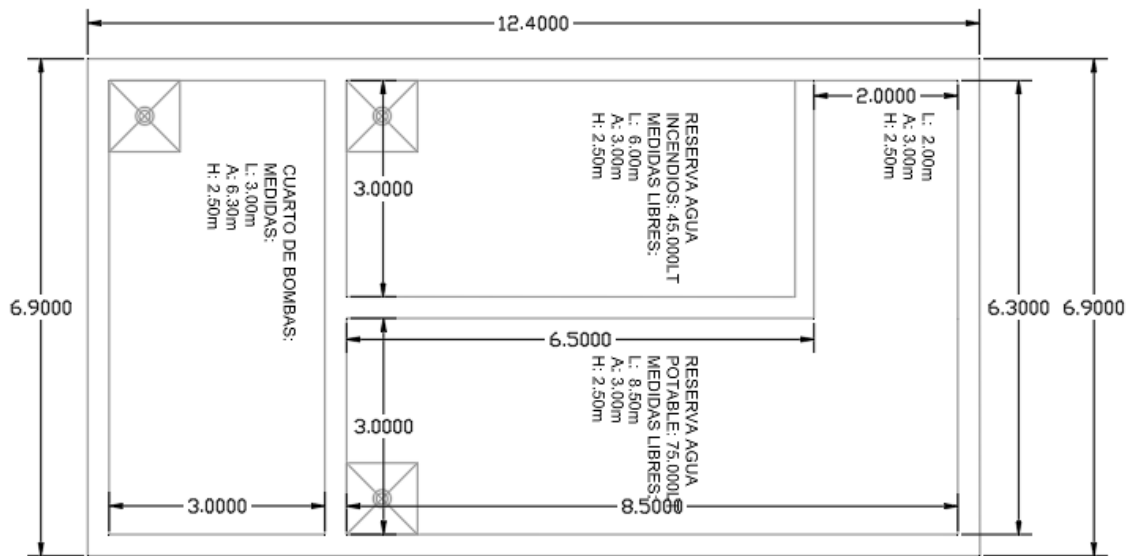


Ilustración 1. Vista en planta del tanque

Datos de los espesores de las losas y muros que conforman el tanque:

- ESPESOR LOSA SUPERIOR: 30 cm.
- ESPESOR MUROS TABIQUE INTERMEDIO DEL TANQUE: 30 cm.
- ESPESOR DE MUROS LATERALES: 30 cm.
- ESPESOR LOSA DE FONDO: 30 cm.

3. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO Y NIVEL DE AMENAZA SISMICA

Según establece la NSR-10 y de acuerdo a la localización del Municipio de Manaure, la zona de amenaza sísmica es Baja. Por lo tanto, se definen los coeficientes de sitio como se muestran a continuación:

4. DEFINICIÓN DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS DE DISEÑO

El municipio de Manaure (A.2.2.2) está ubicada en la región tres según figura A.2.3-2. Valores de $A_a=0.10$ y $A_v=0.10$.

4.1.1 EFECTOS LOCALES

Estamos en presencia de un perfil de suelo Tipo D, según consideración del estudio geotécnico observar anexos.

4.1.2 VALOR DEL COEFICIENTE FA

Para zonas de periodos cortos del espectro, tabla A.2.4-3, $F_a = 1.6$ (observar anexos).

4.1.3 VALOR DEL COEFICIENTE FV

Para zonas de periodos intermedios del espectro, tabla A.2.4-4, $F_v = 2.4$ (observar anexos)

4.1.4 GRUPO DE USO DE LA EDIFICACIÓN

El tanque pertenece al grupo de uso I, para lo cual tendrá un coeficiente de importancia igual a 1.0 acorde a esta tabla basada en la ACI 350-06.

FACTOR DE IMPORTANCIA, I		
	Uso del Tanque	Factor I
III	Tanques que contienen materiales peligrosos o altamente contaminantes	1.50
II	Tanques que deben permanecer en servicio para propósitos de emergencias después de un evento sísmico o tanques que hacen parte del sistema de líneas vitales	1.25
I	Tanques no identificados en las categorías II y III	1.00

Imagen 1. Factor de Importancia según ACI-350.06

4.1.5 ANÁLISIS DE CARGAS DE LA EDIFICACIÓN.

Se evaluaron las cargas según las disposiciones del título B de la NSR10, las cargas muertas corresponden al peso propio de la estructura (vigas, columnas, losas monolíticas, particiones losas monolíticas de cubierta y elementos que la soportan).

CARGAS VIVAS LOSA SUPERIOR = 300 KG/M²

CARGAS VIVA SOBRE IMPUESTA LOSA INFERIOR 300 KG/M²

CARGAS MUERTAS SOBRE IMPUESTAS LOSA SUPERIOR = 300 KG/M²

NOTA: El software activa el propio peso de los elementos como vigas, columnas y placas.

CARGA ESTATICA DE EMPUJE DE TIERRAS

La presión lateral de suelos sobre el muro se determina a partir de las siguientes expresiones:

$K_a = 1 - \sin(\varphi)$ con un $\varphi = 31.5$ de grados

$K_a = 0.31$

Presión lateral de tierras en el nivel superior = 0 t/m²

Presión lateral de tierras en el nivel inferior = $\gamma \cdot h \cdot K_a = 1.20$ t/m²

CARGA ESTATICA DEL FLUIDO

Presión hidrostática en el nivel de la lámina de agua (0 m) = 0 t/m²

Presión hidrostática en el nivel inferior del tanque (-2.50m) = 1.70 t/m².

4.6 MASA DEL TANQUE.

Masa losa superior: 5.58 t.

Masa losa inferior: 9.828 t.

Masa muros laterales: 13.31 t.

4.7 PERIODO DE LA EDIFICACIÓN:

De acuerdo al análisis modal realizado por el programa se tienen los siguientes valores:

$T_x = 0.078$ s

$T_y = 0.058$ s

4.8 RESUMEN DE VARIABLES PARA EL CÁLCULO DE LAS FUERZAS SISMICAS Y ESPECTRO DE ACELERACIONES:

Con el fin de evaluar los efectos dinámicos para las condiciones de estabilidad y resistencia de la estructura, se incluye el análisis a través de fuerzas pseudoestáticas como resultado del producto de las masas inerciales del muro, la masa impulsiva y convectiva del fluido y del material de relleno cuando se presenta una aceleración horizontal. No se tendrá en cuenta la aceleración vertical por ser muy baja con respecto a la aceleración horizontal. Se tendrá en cuenta el efecto dinámico de tierras y las fuerzas hidrodinámicas.

5. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURACIÓN Y DEL MATERIAL ESTRUCTURAL EMPLEADO.

El sistema estructural de la edificación está conformado por muros perimetrales en concreto reforzado y deben ser diseñados como se dispone en el C.23 de la NSR-10.

6. EMPUJE DINAMICO DE TIERRAS Y FUERZAS HIDRODINÁMICAS.

Método de Mononobe - Okabe

Coefficiente de aceleración pico efectiva NSR-10

$A_a=0.10$

Coefficiente sísmico horizontal

$K_h=0.1/2=0.05$

Coefficiente sísmico vertical

$K_v=0*(0.05) =0$

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{K_h}{1-K_v}\right) = 5.71 \text{ grados}$

Angulo de fricción suelo-muro (δ)=0 grados

Angulo de talud del terreno (i)= 0 grados

Angulo de falla suelo-muro (β)=0 grados

$\Psi = (\sin(\psi - \phi - \theta))^2 \cos \theta (\sin \psi)^2 \sin(\psi - \delta - \theta) = 2.16 \text{ rad}$

$K_{ae}=0.38$

$K_{eq}=K_{ae}-K_a=0.06$

Presión lateral dinámico de tierras superior=0.4 t/m²

Los cálculos de las fuerzas hidrodinámicas acorde a la metodología ACI-350.06

7. PRESIÓN ESTÁTICA DE FLUIDOS

Para el análisis de la presión estática de fluidos se hace uso del documento "Diseño sísmico de estructuras de concreto para contención de líquidos" desarrollado por la AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI 350 3-01 Seismic Design of Liquid Containing Concrete Structures el cual es un documento de referencia aceptado por la asociación colombiana de ingeniería sísmica AIS 180.

De acuerdo con el ACI 350 3-01 la presión y el empuje estático de fluidos se calculan de la siguiente manera:

$$\sigma_w = Y_L * H_L$$

$$E_w = \frac{1}{2} Y_L * (H_L)^2$$

Donde,

σ_w = Presión estática de fluidos

E_w = Empuje estático de fluidos

Y_L = Densidad del líquido o fluido

H_L = Altura máxima de líquido o fluido 2,50 m,

El peso del agua es:

$$Y_{\text{agua}} = 1000 \text{ kg/m}^3 * 9,81 \text{ N} / 1000 = 9,81 \text{ kN/m}^3$$

La presión estática del fluido se calcula con el peso del fluido de mayor empuje sobre los muros y losa inferior, en este caso de acuerdo al funcionamiento del sistema del tanque colector con el peso del agua se generan los efectos más desfavorables y para el cual se tienen los siguientes resultados:

$$\sigma_w = 9,81 \text{ kN/m}^3 * 2.50 \text{ m}$$

$$\sigma_w = 24.52 \text{ kN/m}^2$$

$$E_w = \frac{1}{2} * 9,81 \text{ kN/m}^3 * (2.50 \text{ m})^2$$

$$E_w = 12.26 \text{ kN/m}$$

8. PRESIÓN DINÁMICA DE FLUIDOS

De acuerdo con los procedimientos descritos en el capítulo 9 del ACI 350 3-01, el análisis sísmico de las estructuras que contienen líquidos está sujeto a las fuerzas dinámicas producidas por la aceleración horizontal que se genera en el mismo líquido contenido.

Estas fuerzas dinámicas se encuentran ligadas al peso de una masa impulsiva (W_I) ubicada en la parte inferior del líquido y al peso de una masa convectiva (W_C) ubicada en la parte superior de la ola cuando se presenta el movimiento del líquido, las cuales dependen de las dimensiones del tanque (L, B) y del peso total del líquido (W_L)

El peso de la masa impulsiva está dado por:

$$W_{IX}, W_{IY} = \frac{\text{Tanh}[0,866(L/H_L)]}{0,866(L/H_L)} W_L$$

El peso de la masa convectiva está dado por:

$$W_{CX}, W_{CY} = 0,264(L/H_L) \text{Tanh}[3,160(H_L/L)] W_L$$

Donde,

L = Longitud interna del muro en la dirección del sismo

H_L = Altura máxima del líquido o fluido

W_{IX} = Peso de la masa impulsiva en sentido X

W_{CX} = Peso de la masa convectiva en sentido X

W_{IY} = Peso de la masa impulsiva en sentido Y

W_{CY} = Peso de la masa convectiva en sentido Y

W_L = Peso total del líquido

El peso total del líquido está dado por:

$$W_L = L \times L \times H_L \times \gamma_{agua}$$

$$W_L = 1,00 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 2,50 \text{ m} \times 9,81 \text{ kN/m}^3$$

$$W_L = \mathbf{18,19 \text{ kN}}$$

$$W_{IX} = W_{IY} = \frac{\tanh[0,866(1,00\text{m}/2,50\text{m})]}{0,866(1,00\text{m}/2,50\text{m})} 18,19\text{kN}$$

$$W_{IX} = W_{IY} = \mathbf{14,92 \text{ kN}}$$

$$W_{CX} = W_{CY} = 0,264(1,00\text{m}/2,50\text{m})\tanh[3,160(2,50\text{m}/1,00\text{m})]18,19\text{kN}$$

$$W_{CX} = W_{CY} = \mathbf{14,83 \text{ kN}}$$

De acuerdo con el numeral 9.2.2 del ACI 350 3-01 la altura de centros de gravedad excluyendo la presión en la base (EBP) para las fuerzas dinámicas impulsiva y convectiva, se calcula teniendo en cuenta la relación entre la longitud interna del muro en (L) y la altura máxima del líquido o fluido (HL) usando las siguientes formulas:

$$L / H_L = 1,00 \text{ m} / 2,50 \text{ m} = 0,56$$

Para $L / H_L \geq 1,333$

$$h_{I(x,y)EBP} = 0,375 H_L$$

$$h_{I(x,y)EBP} = 0,375 (1,95\text{m}) = 0,73 \text{ m}$$

$$h_{I(x,y)EBP} = \mathbf{0,69 \text{ m}}$$

Para todos los tanques:

$$h_{C(X,Y)}EBP = \left\{ 1 - \frac{\cosh[3,16(H_L/L)] - 1}{3,16(H_L/L)\sinh[3,16(H_L/L)]} \right\} * H_L$$

$$h_{C(X,Y)}EBP = \left\{ 1 - \frac{\cosh[3,16(1,85m/1,00)] - 1}{3,16(1,85m/1,00m)\sinh[3,16(1,85m/1,00m)]} \right\} * 2.50 \text{ m}$$

$$h_{C(X,Y)}EBP = 1,06 \text{ m}$$

De acuerdo con el numeral 9.2.2 del ACI 350 3-01 la altura de centros de gravedad incluyendo la presión en la base (IBP) para las fuerzas dinámicas impulsiva y convectiva se calcula de la siguiente forma:

Para $L / H_L \geq 0,75$

$$h'_{I(X,Y)}IBP = \left\{ \frac{0,866 \frac{L}{H_L}}{2x \tanh\left[0,866\left(\frac{L}{H_L}\right)\right]} - \frac{1}{8} \right\} * H_L$$

$$h'_{I(X,Y)}IBP = \left\{ \frac{0,866 \frac{1,00m}{1,85m}}{2x \tanh\left[0,866\left(\frac{1,00m}{1,85m}\right)\right]} - \frac{1}{8} \right\} * 2.50 \text{ m}$$

$$h'_{IX}IBP = 1,58 \text{ m}$$

Para todos los tanques $h_{C(X,Y)}IBP$:

$$h'_{C(X,Y)}IBP = \left\{ 1 - \frac{\cosh[3,16(H_L/L)] - 2,01}{3,16(H_L/L)\sinh[3,16(H_L/L)]} \right\} * H_L$$

$$h'_{C(X,Y)}IBP = \left\{ 1 - \frac{\cosh[3,16(1,85 \text{ m}/1,00)] - 2,01}{3,16(1,85 \text{ m}/4,00 \text{ m})\sinh[3,16(1,85 \text{ m}/1,00 \text{ m})]} \right\} * 2.50 \text{ m}$$

$$h'_{C(X,Y)}IBP = 1,69 \text{ m}$$

De acuerdo al ACI 350 3-01 el periodo natural convectivo del oleaje inducido por el sismo T_{co} está dado por:

$$T_{co} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{3,16g \tanh\left(\frac{3,16H_L}{L}\right)}} = 2 * 3,14 \sqrt{\frac{1,00 \text{ m}}{3,16 * 9.8 * \tanh\left(\frac{3,16 * 2.50 \text{ m}}{1,00 \text{ m}}\right)}}$$

$$T_{co} = 2,38 \text{ s}$$

De acuerdo al ACI 350 3-01 la aceleración espectral como fracción de la gravedad de las componentes convectivas para un período del oleaje inducido por el sismo T_{co} y para un amortiguamiento de 0.5 por ciento del crítico está dado por:

$$S_{aco} = \frac{1,8 * A_v * F_v * I}{T_{co}} = \frac{1,80 * 0,10 * 2,40 * 1,00}{2,38}$$

$$S_{aco} = 0.48g$$

La altura máxima de la ola inducida por el sismo, δ_{smax} se calcula utilizando la siguiente ecuación expuesta por la AIS 180 -13:

$$\delta_s = 0,42 * L * I * S_{aco} = 0,42 * 1,00 \text{ m} * 1,00 * 0,48 \text{ g}$$

$$\delta_{smax} = 0,21 \text{ m}$$

Debido a que el oleaje inducido por el sismo en la condición más crítica $H_L = 1,85\text{m}$ está restringido por la losa superior ubicada a 0,35 m, la AIS 180 -13 recomienda incluir una presión hidrostática sobre la cara inferior de la losa superior con una cabeza hidráulica igual a la altura de la ola, menos el borde libre.

La presión hidrostática debido al oleaje sobre la cara inferior de la losa superior σ_{woc} es igual a:

$$\text{Cabeza hidráulica} = \delta_{smax} - 0,35 \text{ m} = 0,81 - 0,35 = 0,46 \text{ m}$$

$$\sigma_{woc} = 9,8 \text{ kN/m}^3 * 0,46 \text{ m}$$

$$\sigma_{woc} = 4,51 \text{ kN/m}^2$$

9. COMBINACIONES DE CARGAS

El modelo estructural del tanque se evaluó para las condiciones de un sismo de diseño según lo establece la NSR-10, para efectos de la revisión del diseño de cada uno de los elementos estructurales se utilizó las siguientes combinaciones de carga.

COMBINACIONES DE CARGA PARA DISEÑO

COMB1 1.40D

COMB2 1.40D + 1.40F

COMB3 1.20D + 1.60V + 1.60H + 1.20F

COMB4 1.20D + 1.60V + 1.60H

COMB5 1.20D + 1.60V + 0.96H + 1.20F

COMB6 1.20D + 1.60V + 0.96H

COMB7 0.90D + 1.60H + 1.20F

COMB8 0.90D + 1.60H

COMB9 $1.20D + 1.00V + 1.60H + 1.20F + 1.00S_x$
COMB10 $1.20D + 1.00V + 1.60H + 1.20F + 1.00S_y$
COMB11 $0.90D + 1.60H + 1.20F + 1.00S_x$
COMB12 $0.90D + 1.60H + 1.20F + 1.00S_y$

COMBINACIONES DE CARGA DE SERVICIO

SERV1 1.00M
SERV2 $1.00M + 1.00F$
SERV3 $1.00M + 1.00V + 1.00H + 1.00F$
SERV4 $1.00M + 1.00V + 1.00H$
SERV5 $1.00M + 1.00V + 0.60H + 1.00F$
SERV6 $1.00M + 1.00V + 0.60H$
SERV7 $1.00M + 1.00H + 1.00F$
SERV8 $1.00M + 1.00H$
SERV9 $1.00M + 1.00V + 1.00H + 1.00F + 1.00S_x$
SERV_10 $1.00M + 1.00V + 1.00H + 1.00F + 1.00S_y$
SERV_11 $1.00M + 1.00H + 1.00F + 1.00S_x$
SERV_12 $1.00M + 1.00H + 1.00F + 1.00S_y$

D= Carga muerta
L= Carga viva
E= Carga de sismo
F= Carga de presión de fluidos
G= Carga de granizo
Le= Carga de empozamiento de agua
Lr= Carga viva sobre la cubierta
H= Carga de empuje del suelo
T= Fuerzas y efectos por variación de temperatura

10. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

10.1 PROGRAMA DE COMPUTADOR

El programa SAP2000 V19 se usó para la modelación completa del proyecto. Este programa se basa en la teoría de los elementos finitos y aplica adecuadamente para este tipo de estructuras que está conformada por elementos tipo Shell. Aplicando un mallado de elementos finitos podemos determinar con mayor precisión las acciones internas de los elementos estructurales del tanque por lo que podemos determinar el refuerzo requerido de manera precisa.

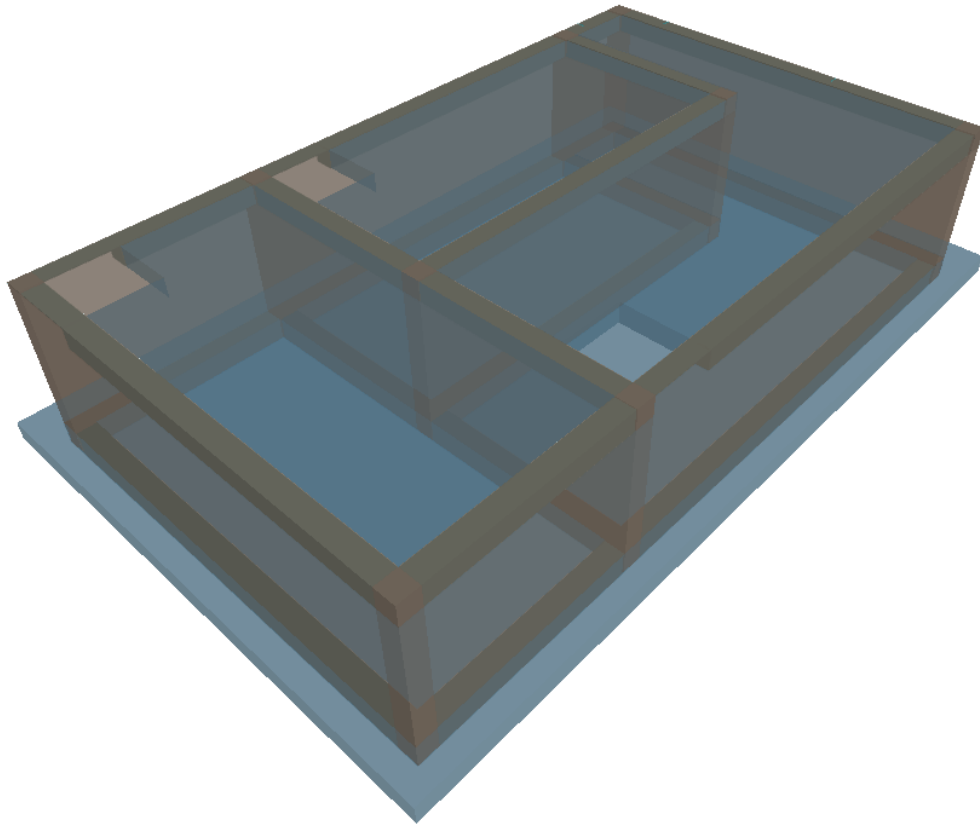


Imagen 2. Modelo de Análisis estructural del Tanque.

11. PARÁMETROS DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO.

Como parámetros importantes se tienen:

$Q_{ad}=24 \text{ t/m}^2$

Capacidad admisible para profundidades de 2.5 m =24 t/m²

Perfil de suelo tipo D

Se propone enterrar completamente el tanque y que la losa inferior transmita las cargas verticales al terreno.

12. ESPECIFICACIÓN DE MATERIALES.

Como se tiene que el tanque se encuentra a ciertas condiciones de exposición ambiental como el contacto con el suelo de manera permanente al estar enterrado y en contacto permanente con el agua se tiene los siguientes requisitos mínimos para ese tanque acorde a la clasificación estipulada en el C.23.

CATEGORIA	SEVERIDAD	CLASE	a/c	f'c, min (Mpa)
Congelamiento y deshielo (F):	No es aplicable	F0	No aplica	28
Requiere baja permeabilidad (P):	Requerida	P1	0.45	28
Protección del refuerzo para la corrosión, (C):	Moderada	C1	0.50	28
Exposición a químicos corrosivos, (Q):	No es aplicable	Q0	No aplica	28

Tabla 1. Clasificación de la estructura.

12.1 CONCRETOS

De limpieza: $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ (14 Mpa)

Cimentación: $f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$ (28 Mpa)

Muros: $f'c = 281 \text{ kg/cm}^2$ (28 Mpa)

12.2 REFUERZO

$f_y = 420 \text{ kg/cm}^2$ (420 MPa)

Mallas electrosoldadas $F_y > 420 \text{ Mpa}$.

La losa inferior y los muros tienen acero de 5/8" en sentido longitudinal y 5/8" transversal, la losa superior tiene refuerzo de 5/8" y 5/8" en sentido longitudinal y transversal respectivamente.

13. PLANOS ESTRUCTURALES

Son los que aparecen en los anexos y en formato digital.

14. CRITERIO DE DISEÑO

De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, la estructura aquí diseñada es capaz de resistir los sismos pequeños sin daño, sismos moderados sin daño estructural, pero con algún daño en elementos no estructurales y un sismo fuerte sin colapso o pérdidas de vidas humanas.

15. NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

El presente estudio se realiza de acuerdo con las siguientes normas:

- REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMORESISTENTE NSR-10
- DECRETO 926 DEL 19 DE MARZO DE 2010
- DECRETO 2525 DEL 13 DE JULIO DE 2010
- DECRETO 092 DEL 17 DE ENERO DE 2011

- DECRETO 340 DEL 13 DE FEBRERO DE 2012
- ACI 350-06, CODE REQUIREMENTS FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING CONCRETE STRUCTURES

Si por alguna circunstancia inherente al ejercicio del diseño y construcción de estructuras, existe variación de lo consignado en la memoria, que impliquen modificaciones al proyecto estructural, se deberá hacer conocer al consultor para estudiar sus efectos y definir las posibles soluciones de ingeniería.

16. MÉTODO DE ANÁLISIS SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

ANÁLISIS SÍSMICO: ANÁLISIS DINÁMICO

ANÁLISIS ESTRUCTURAL: MÉTODO DIRECTO DE RIGIDEZ 3D

17. RECOMENDACIONES.

Se recomienda el uso de concreto premezclado impermeabilizado ya que este garantiza un concreto de calidad uniforme y satisfactoria cumpliendo con los requisitos de la NTC 3318 ó NTC 4027, pero si es mezclado en obra la dosificación del concreto debe tener la aprobación del profesional facultado para diseñar y se recomienda que el proceso de mezclado dure por lo menos 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor, sin excederse mucho en el tiempo ya que pueden moler los agregados. Para detener las fugas de agua y la penetración de humedad se debe impermeabilizar y sellar las juntas de la estructura, se recomienda hacerlo por medio de aditivos que impermeabilizan la red capilar y/o microfisuras del concreto. En el clima cálido el curado es muy importante, ya que se podría afectar la resistencia requerida o el funcionamiento adecuado de elemento o estructura.

Verificar que el refuerzo que presenta óxido, escamas o una combinación de ambas es satisfactorio si sus dimensiones son las mínimas (altura de los resaltes del corrugado) y el peso sea igual al de una muestra en óptimas condiciones. Limpiar el refuerzo con un cepillo de alambre.

Si la losa de fondo se funde en dos etapas se recomienda usar una junta de contracción parcial, como se evidencian en los planos estructurales, para evitar filtraciones.

18. CONCLUSION

La memoria del análisis y diseño estructural se encuentra una descripción del proyecto con cada uno de sus componentes, se definen las cargas verticales y horizontales a la cual están sometidos los elementos. Verificando que cumple con los desplazamientos horizontales y verticales máximos exigidos por la norma que nos reglamenta NSR-10. Se especifican los materiales de construcción a utilizar con sus resistencias y se especifican las características geotécnicas que permiten la evolución de las fuerzas horizontales y definen la transmisión de las cargas al suelo.

19. ANEXOS

Se envían los siguientes documentos de la memoria de cálculo.

1. DISTRIBUCION DE CARGAS EN EL MODELO
2. ANALISIS HIDRODINAMICO ACI350.3-06
3. ANALISIS SISMICO TANQUE 700M3
4. RESULTADOS DEL ANALISIS Y DISEÑO.

Los resultados del diseño se muestran en los planos estructurales.



ING. CAMILO ANDRES CASTILLA GONZALEZ
ING. CIVIL – MSc, ESP, ESTRUCTURAL
Matr. Prof, N° 08202 – 299843 ATL

ANEXOS COMPROBACIONES DEL PROGRAMA

