

SAGARPA



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN

**“SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA,
DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN”**

Subsecretaría de Desarrollo Rural
Dirección General de Producción Rural Sustentable
en Zonas Prioritarias

Tanques de almacenamiento en concreto y mampostería



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO	1
3. GENERALIDADES	1
3.1 Clasificación de tanques.....	1
3.2 Materiales empleados en la construcción de los tanques.....	2
3.3 Localización de los tanques.....	4
4. ESTUDIOS BÁSICOS	5
4.1 Cálculo del suministro de agua	5
4.2 Estudio geológico	5
4.3 Estudio de geotecnia.....	5
4.4 Estudio topográfico	6
5. TANQUE DE CONCRETO	6
5.1 Diseño hidráulico	6
5.2 Entrada.....	7
5.3 Tubería de paso directo o by-pass.....	7
5.4 Salida	7
5.5 Cajas rompedoras de presión	8
5.6 Desagüe de fondo	8
5.7 Tubería de demasías	8
5.8 Análisis y diseño estructural	9
5.9 Construcción	9
5.10 Vaciado del concreto	11
5.11 Curado del concreto.....	11
5.12 Cimbras	11
5.13 Requisitos de seguridad.....	12
5.14 Planos de concreto reforzado.....	12
6. TANQUE DE MAMPOSTERÍA	20
6.1 Registros y tapas	20
6.2 Escaleras marinas.....	20



6.3	Caja de válvulas.....	20
6.4	Requisitos sanitarios	20
6.5	Estructuras de mampostería.....	21
6.6	Especificaciones técnicas	21
6.7	Materiales	21
6.8	Requisitos de construcción	21
6.9	Elaboración y colocación de mortero	22
6.10	Curado y protección de la mampostería.....	23
6.11	Tanques de mampostería tipo	23
6.12	Planos de tanques de mampostería	24
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	31



TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN CONCRETO Y MAMPOSTERÍA

1. INTRODUCCIÓN

La derivación y distribución de agua, deben considerar una serie de acciones que permitan garantizar su suministro en tiempo y forma. Estos proyectos para que sean funcionales, requieren considerar en su diseño:

- Cálculo del suministro.
- Datos de proyecto.
- Velocidades.
- Selección del tipo de tuberías.
- Regulación.
- Almacenamiento.

El tanque de regulación o almacenamiento en algunos casos, es la parte del sistema de derivación/distribución que por una parte recibe un gasto desde la fuente de abastecimiento y por otra, debe satisfacer las demandas variables de consumo humano y pecuario a lo largo del día.

Los tanques de regulación tienen por objeto cambiar un régimen de aportaciones de una fuente de abastecimiento, que siempre deriva caudales de forma constante (manantial, galería, ariete, etc.), a un régimen de consumos o demandas de la red de distribución, que siempre es variable.

El diseño para reducir al mínimo su costo de inversión, debe considerar el almacenamiento de un volumen de agua cuando la demanda es menor que el gasto de llegada y el agua almacenada se utiliza cuando la demanda es

mayor. Generalmente esta regulación se hace por períodos de 24 horas.

En este documento se aborda el análisis y diseño de tanques de almacenamiento de agua rectangular y construido a base de concreto reforzado o de mampostería, que por la facilidad de su construcción y operación, son los más comunes en zonas rurales.

2. OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo fijar parámetros y establecer criterios técnicos, para proponer tanques de regulación de agua construidos a base de concreto reforzado o mampostería.

3. GENERALIDADES

Existen diferentes tipos de tanques de almacenamiento de agua que se pueden construir en función de las condiciones naturales del terreno, del tipo de material que hay en la zona y de la mano de obra disponible, entre otros.

3.1 Clasificación de tanques

Los tanques pueden ser clasificados en función de su posición respecto al nivel del terreno, pudiendo ser enterrados, semienterrados y superficiales, los cuales se describen a continuación.

Los tanques enterrados se construyen bajo el nivel del suelo y se emplean preferentemente



cuando existe terreno con una cota adecuada para el funcionamiento de la red de distribución y de fácil excavación. La ventaja principal de los tanques enterrados, es que protegen el agua de las variaciones de temperatura y ofrecen una perfecta adaptación al entorno.

Los tanques semienterrados tienen parte de su estructura bajo el nivel del terreno y parte sobre el nivel del terreno. Se emplean generalmente cuando la altura topográfica respecto al punto de alimentación es suficiente y el terreno presenta dificultades para la excavación.

Los tanques superficiales están contruidos sobre la superficie del terreno. La construcción de este tipo de tanques es común cuando el terreno es "firme" o no conviene perder altura y se tiene la topografía adecuada.

3.2 Materiales empleados en la construcción de los tanques

Los materiales que se utilizan con más frecuencia en la construcción de los tanques de regulación, son mampostería de piedra braza, concreto reforzado o concreto presforzados.

Estos materiales deberán cumplir con lo mencionado en la última revisión de 1996, de las normas de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (Norma Oficial Mexicana, NOM) y (Norma Mexicana, NMX) y/o las de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials,

ASTM). Para garantizar que cumplan con la calidad especificada en el proyecto, en la obra se deberán efectuar las pruebas de los materiales utilizados.

La mampostería de piedra braza (del tipo conocido como de tercera), está formada con piedras naturales sin labrar, ligadas con mortero (cemento-arena).

La piedra braza que se utilice en la construcción de los muros de los tanques, deberá ser de buena calidad, homogénea, fuerte, durable y resistente a la acción de los agentes atmosféricos.

Los morteros que se empleen para ligar la mampostería de piedra braza natural, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- La relación volumétrica entre el cemento y la arena será de 1:3, recomendando el uso de mortero de cal.
- La resistencia mínima a la compresión será de 50 kg/cm².
- El mezclado y la mezcla cumplirán con lo establecido en ASTM C 476.
- La resistencia de los morteros se determinará de conformidad con la norma NMX C 61.

Los muros de un tanque de mampostería, tendrán que revestirse con un aplanado de mortero con impermeabilizante integral.

El concreto es un material compuesto, que consiste esencialmente de un medio aglutinante en el que se encuentran partículas



o fragmentos de agregado. En el concreto hidráulico, el aglutinante es una mezcla de cemento y agua.

Resistencia a la compresión: los concretos clase 1 tendrán una resistencia especificada $f'c$, igual o mayor que 250 kg/cm^2 .

Módulo de elasticidad: para concretos clase 1 se supondrá igual a:

$$\text{—} \quad (1)$$

Los principales componentes del concreto son los siguientes:

- a. **Cemento.** Es el producto obtenido de la pulverización fina por calcinación a fusiones inexpuesta de materiales arcillosos y calizas, que contempla óxidos de calcio, aluminio, silicio y fierro, en cantidades adecuadamente calculadas, sin más adición posterior a la calcinación que yeso natural.
- b. **Cemento hidráulico.** Es un material inorgánico finamente pulverizado y comúnmente conocido como cemento, que al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que una vez endurecido, desarrolla su resistencia y conserva su estabilidad (NMX-C-414-ONNCCCE).
- **Agregados.** Son materiales inertes granulares inorgánicos, que

normalmente consisten de piedra o sólidos, que combinados con cemento, agua y aditivos, se emplean en la elaboración de concretos hidráulicos. En algunos concretos especiales, se utilizan materiales orgánicos y algunos agregados los hacen reaccionar lentamente con el cemento hidratado.

- **Agua.** El agua tiene dos aplicaciones principales, como ingrediente en elaboración de las mezclas de concreto y para llevar a cabo acciones de lavado. En el primer caso se recomienda emplear agua de una sola calidad para asegurar un buen curado. El agua de mezclado tiene tres funciones:
 - Reaccionar químicamente con el cemento, lo que se conoce como hidratación.
 - Humedecer el agregado.
 - Lubricar la mezcla de concreto y permitirle fluir.
- **Aditivos para concretos.** Un aditivo es un material diferente del agua, de los agregados, del cemento hidráulico y de las fibras de refuerzo, que se puede emplear como ingrediente de una mezcla cementante (del concreto plástico o mortero), y que se agrega inmediatamente antes o durante el mezclado para modificar una o más propiedades del concreto en estado fresco o endurecido. Algunos aditivos se introducen a la mezcla como soluciones y en estos casos, el líquido debe considerarse parte del agua de la mezcla.



Si los aditivos no pueden agregarse en solución, se pesan o se miden por volumen según recomendaciones de los fabricantes.

La mayoría de las estructuras de concreto se refuerzan con acero, en forma de varillas, malla de alambre o torones. El acero de refuerzo le imparte gran resistencia y tenacidad al concreto. Tipos muy comunes de refuerzo para estructuras no pre esforzadas, son barras corrugadas laminadas en caliente y malla de alambre.

El acero es el material estructural más usado para construcción de estructuras en el mundo. Es fundamentalmente una aleación de hierro (mínimo 98%), con contenidos de carbono menores del 1% y otras pequeñas cantidades de minerales como manganeso (para aumentar su resistencia), así como fósforo, azufre, sílice y vanadio, para mejorar su soldabilidad y resistencia a la intemperie. Entre sus ventajas está la gran resistencia a tensión y compresión, y su costo relativamente bajo.

Los materiales para rellenar las juntas en los tanques de regulación de concreto, deberán reunir los siguientes requisitos:

- Hermetismo al paso del agua.
- Compresibilidad.
- Inexpandibles al contacto con el agua.

3.3 Localización de los tanques

La ubicación y nivel del tanque, deben ser fijados para garantizar que las presiones

dinámicas en la red de distribución se encuentren dentro de los límites de servicio. El nivel mínimo de ubicación se fija para obtener las presiones mínimas y el nivel máximo es establece por la resistencia de las tuberías de la red de distribución. La presión dinámica en la red debe estar referida al nivel de agua mínimo del tanque, mientras que la presión estática al nivel de agua máximo.

Por razones económicas, es recomendable ubicar el tanque próximo a la fuente de abastecimiento y dentro o en la cercanía de la zona de mayores consumos. El área para colocar el tanque no debe situarse en lugares que obstruyan el escurrimiento natural de aguas de lluvia.

La selección del sitio más adecuado para ubicar un tanque de regulación, debe considerar los siguientes factores:

- Es preferible que la alimentación del tanque se efectúe por gravedad (es más económico).
- La distribución a la red debe efectuarse por gravedad, por lo que el tanque debe tener la suficiente altura para asegurar, en cualquier instante y en todos los puntos de la red, una presión suficiente.

La Norma Oficial Mexicana NOM-007-CNA-1997 "Sector Agua Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques", establece que en el lugar donde se localizará el tanque, se debe determinar la zona de afectación por el súbito vertido de agua en el caso de una posible falla total o parcial del



tanque, evaluando daños a zonas urbanas, industriales, vías de comunicación y al ambiente.

Cuando se tengan desniveles mayores a 50 mca¹, es conveniente ubicar varios tanques para servir zonas determinadas, los cuales se interconectan entre sí, ya sea por gravedad si así es el abastecimiento o por tuberías de impulsión si el desnivel lo permite.

4. ESTUDIOS BÁSICOS

Los estudios básicos, técnicos y socioeconómicos que se deben realizar previamente al diseño hidráulico y estructural de un tanque de regulación o amortiguamiento de agua, son los siguientes:

- Determinación del consumo promedio de agua y sus variaciones según la población a beneficiar: actual, al inicio del proyecto y al final del proyecto.
- Estudio geológico del lugar donde será ubicado el tanque, para determinar las posibles fallas geológicas.
- Estudios geotécnicos para determinar las condiciones y estabilidad del suelo del lugar donde se construirá la obra.
- Estudio topográfico para conocer los desniveles y diferencias de carga que se pueden dar en la localización de la obra.

Una vez que se cuente con la información

¹mca: metros columna de agua.

previa, así como con la investigación directa y con los resultados de estudios complementarios necesarios, se podrá definir la configuración y las dimensiones adecuadas del tanque que den la máxima eficiencia al menor costo posible.

4.1 Cálculo del suministro de agua

La estimación de las demandas de agua, se presentan en el Instructivo: *“Estimación de las demandas de consumo de agua”*. Dicho cálculo sirve para dimensionar el tanque y proyectar la capacidad de almacenamiento.

El tanque se dimensiona en base al gasto máximo diario y las demandas de la localidad; además, se debe considerar en el dimensionamiento un volumen a extraer de almacenamiento para cubrir la demanda de emergencia, como puede ser una falla en el sistema de alimentación.

4.2 Estudio geológico

El estudio geológico o de reconocimiento del material parental, permitirá determinar la existencia de fallas geológicas que puedan dañar al tanque, así como la identificación del material rocoso que se dispone para la construcción de la estructura de soporte.

4.3 Estudio de geotecnia

Cuando se va a realizar un proyecto de construcción, es necesario conocer las propiedades del suelo de soporte de la construcción. Para ello, se requiere de un



estudio de geotecnia, el cual comprende los siguientes trabajos, entre otros:

- Realización de pozos a cielo abierto.
- Obtención de la estratigrafía del lugar.
- Obtención de la capacidad de carga en los diferentes estratos.
- Obtención de humedad de campo.
- Densidad de campo.
- Obtención de muestras inalteradas y alteradas para realizar granulometrías y pesos volumétricos.
- Realización de pruebas índices para clasificar el material.
- Prueba de consolidación.
- Pruebas triaxiales.
- Obtención del peso volumétrico seco máximo, entre otras.

El proyecto de la cimentación de los tanques siempre deberá basarse en un estudio de mecánica de suelos realizado en el sitio de su construcción, lo que permitirá definir las características mecánicas del subsuelo hasta una profundidad en la que los esfuerzos transmitidos por la estructura dejen de ser significativos. Para ello, se realizarán exploraciones de campo, pruebas de campo y de laboratorio y con base en los resultados, se

definirá el tipo de cimentación más adecuado y se revisará que no se rebase ninguno de los estados límite de falla.

4.4 Estudio topográfico

Al elegir el sitio donde debe ubicarse un tanque, es conveniente considerar que la red de distribución sea lo más económica posible y se tenga la máxima uniformidad de presiones en toda la zona por abastecer, lo que se conseguirá si se sitúa el tanque en el baricentro (Centroide) de la misma.

En el caso de que las condiciones locales impidan que se cumpla este requisito, se seleccionará la elevación del terreno más próxima a dicho punto de los que rodean la población.

5. TANQUE DE CONCRETO

5.1 Diseño hidráulico

El diseño hidráulico del tanque se basa en el dimensionamiento de sus accesorios, los cuales son: acceso al interior del tanque, caja de válvulas, la salida a la red de distribución, respiración, escaleras marinas y tubería de alimentación de excedencias (Figura 1).





Figura 1. Tanque superficial, arreglo general de fontanería.

5.2 Entrada

El diámetro de la tubería de entrada corresponde en general al de la fuente derivadora. La descarga podrá ser por encima del espejo de agua para tirantes pequeños, por un lado del tanque o por el fondo para tirantes grandes.

En cualquier caso, el proyectista debe tener especial cuidado en revisar y tomar las providencias necesarias para la protección de la losa de fondo, por efecto del impacto de la caída o velocidades altas de flujo de entrada, para niveles mínimos en el tanque.

Es conveniente analizar la colocación de una válvula de control de niveles máximos en la tubería de entrada al tanque, que puede ser de tipo flotador o de altitud y el gasto de diseño para la tubería de entrada, debe ser el gasto máximo diario o el máximo que proporcione la fuente de abastecimiento.

5.3 Tubería de paso directo o by-pass

Para dar mantenimiento o hacer alguna reparación a los tanques de regulación, es indispensable dotar a estas estructuras de un by-pass, entre las tuberías de entrada y salida, con sus correspondientes válvulas de seccionamiento. El gasto de diseño de las tuberías de salida será el gasto máximo horario.

5.4 Salida

La tubería de salida se puede ubicar en una de las paredes del tanque o en la losa de fondo. En tanques que tienen una superficie suficientemente grande o tuberías de salida de gran diámetro, resulta más conveniente que ésta quede ubicada en el fondo del tanque, ya que para niveles bajos en el tanque, el gasto de extracción puede manejarse en forma más eficiente que en una salida lateral. Las salidas cuentan con varias estructuras de función específica (Figura 2).



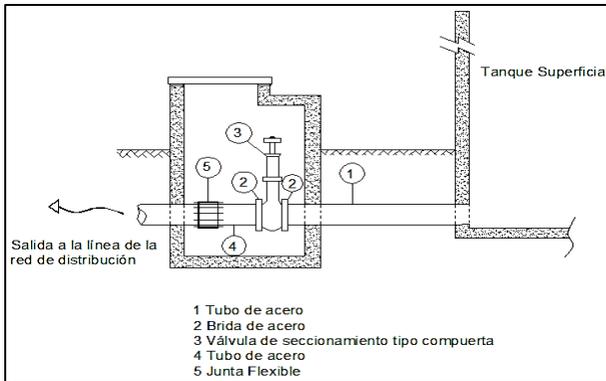


Figura 2. Tanque superficial y fontanería de la salida del tanque.

5.5 Cajas rompedoras de presión

Cuando la alimentación al tanque sea por gravedad y como parte de las instalaciones del by-pass, se colocará una caja rompedora de presión, con el objeto de mantener la presión estática en las líneas de salida a la misma cota que la generada con los niveles dentro del tanque.

Esta caja puede eliminarse, si al revisar las condiciones de las tuberías de salida y de las redes de distribución abastecidas por el tanque, se determina que éstas pueden absorber el incremento de presión estática producida por la operación del by-pass.

La caja rompedora debe incluir una obra de excedencias y válvulas para controlar el flujo de entrada. Se recomienda instalar por lo menos una válvula de mariposa en la línea de entrada a la caja.

5.6 Desagüe de fondo

En caso de una fuga o reparación los tanques se vaciarán a través de las líneas de salida, que

son las tuberías de mayor diámetro. El volumen último remanente, se extraerá en función del tiempo requerido para la reparación del tanque. Generalmente se puede considerar un tiempo de 2 a 4 horas para el vaciado de este remanente, aunque este lapso puede variarse en función de las condiciones particulares de cada caso. El desagüe de fondo, lleva una serie de estructuras de función específica al igual que las salidas (Figura 3).

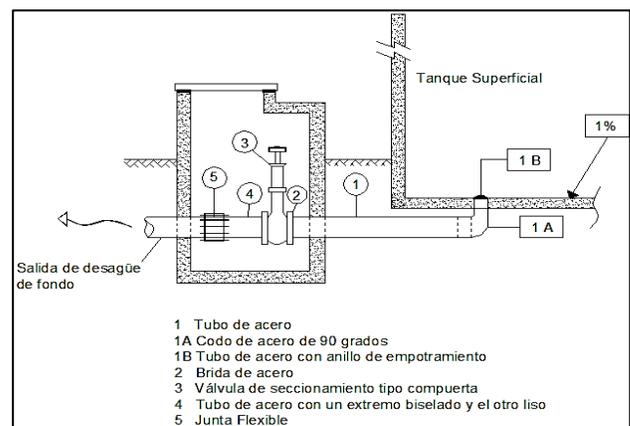


Figura 3. Tanque superficial y fontanería de desagüe del fondo.

5.7 Tubería de demasías

La tubería de demasías se instala principalmente en forma vertical en el interior del depósito y adosada a las paredes del mismo, con el propósito de impedir la entrada de roedores y animales en general. En algunos casos se proyecta la instalación con salida horizontal y bajada a 60 grados.

Es conveniente unir las líneas de descarga de excedencias, desagüe de fondo y aguas pluviales, para tener una descarga general.



Una instalación típica se muestra en la Figura 4.

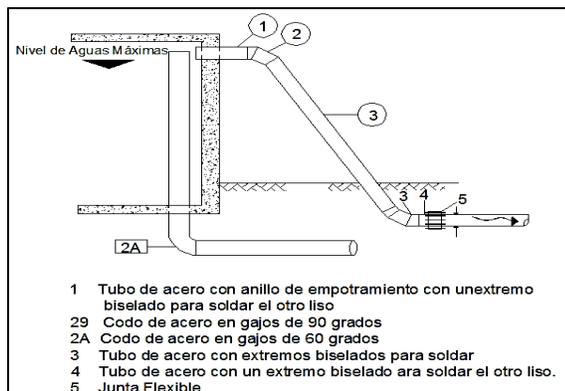


Figura 4. Tanque superficial y fontanería de demasías.

5.8 Análisis y diseño estructural

El diseño estructural del tanque de amortiguamiento, debe considerar las dimensiones adecuadas de cada una de sus partes que aseguren su buen funcionamiento, así como analizar las que actuarán sobre él y definir el material de refuerzo necesario para amortiguar los efectos de las cargas que actúan en cada uno de sus elementos.

5.9 Construcción

El terreno donde se vaya a construir un tanque o los depósitos debe estar nivelado, libre de material orgánico y previamente compactado. Se evitará que el desplante del depósito se haga sobre suelos cuyas características difieran entre sí (ej. entre áreas de cortes y relleno), lo que podría dar lugar a asentamientos diferenciales.

Cuando el nivel de agua freática pueda causar una subpresión en la base del depósito, antes

de iniciar la construcción de la cimentación se deberán colocar filtros y drenes para desalojar dicha agua. Así mismo, será necesario mantener un bombeo constante durante la excavación y la construcción de la cimentación. De este modo al mismo tiempo que se intenta eliminar el agua freática, se propicia que se trabaje en seco, evitándose la posible flotación del depósito cuando éste se encuentre vacío. En general, deberán seguirse las recomendaciones del estudio de geotecnia.

Se construirá una plantilla con un mínimo de 5 cm de espesor, con un concreto de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, la que tendrá por objeto un trabajo más limpio en la construcción de la cimentación, que evitará la contaminación del acero de refuerzo y del concreto fresco en el momento de su colocación.

Al final del apartado 5, se dan a conocer los planos con las dimensiones recomendadas para tanques de concreto reforzado. Dichas propuestas han sido analizadas en su diseño estructural, además de que algunos de estos han sido construidos funcionando adecuadamente. Además, se presentan especificaciones técnicas de la varilla de acuerdo a la norma oficial mexicana NMX-C-407 y especificaciones de su construcción de los tanques respectivamente.

El contratista deberá someter a la dirección de la obra, para su revisión, las composiciones de las mezclas preparadas por el laboratorio de prueba autorizado por dicha dirección de obra. Las proporciones de la mezcla se seleccionarán



de acuerdo a su trabajabilidad, densidad, resistencia, impermeabilidad y durabilidad en el concreto.

Las especificaciones para el concreto en obra, establecerán algunos o todos los siguientes requisitos:

- Una relación máxima agua-cemento.
- Un contenido mínimo de materiales cementantes.
- El contenido de aire.
- El revenimiento.
- El tamaño máximo de los agregados.
- La resistencia.
- Otros requisitos tales como aditivos y tipos especiales de cementos o de agregados.

Hasta donde sea posible, la selección de las proporciones de los ingredientes del concreto se deberá basar en datos de pruebas o en la experiencia con materiales a emplear.

Además de los parámetros de diseño de la mezcla tendientes a obtener un concreto que reúna las características apropiadas desde el punto de vista estructural, resistencia a los agentes químicos y que cumpla con los requisitos de impermeabilidad y durabilidad, las mezclas de concreto deberán ser adecuadas para cada sistema de colocación que se elija.

De acuerdo a la sección 5.3 de las NTC-Concreto, el tamaño nominal máximo de los agregados no debe ser mayor que:

- Un quinto de la menor distancia horizontal entre caras de los moldes.
- Un tercio del espesor de losas.
- Tres cuartos de la separación horizontal libre mínima entre barras, paquetes de barras o tendones de preesfuerzo.

Estos requisitos pueden omitirse cuando las condiciones del concreto fresco y los procedimientos de compactación que se apliquen, permitan colocar el concreto sin que queden huecos.

Para impermeabilizar el concreto, se recomienda usar un aditivo inclusor de aire y algún otro aditivo que se requiera, según las condiciones del proyecto o las condiciones del lugar donde se construye.

El concreto podrá ser premezclado o mezclado a pie de obra y para obtener un concreto impermeable es muy importante la uniformidad de la mezcla, los ingredientes se mezclarán por un periodo de tiempo suficiente para producir un concreto de color y consistencia uniformes a efecto de lograr el revenimiento especificado.

Si la mezcla se ejecuta en la obra, se empleará una revolvedora que sea capaz de combinar apropiadamente los agregados, el cemento y el agua, a fin de producir una masa uniforme en el tiempo especificado de mezclado y capaz de descargar el concreto sin una segregación que resulte dañina.

En general, para este tipo de obras es más recomendable usar concreto premezclado.



5.10 Vaciado del concreto

Antes de vaciar el concreto la cimbra deberá haber quedado totalmente terminada, retirando toda el agua existente en el sitio. El refuerzo estará ya colocado y asegurado en su lugar. El material de las juntas de todo tipo, las anclas y demás dispositivos embebidos, habrán sido previamente colocados y verificada su correcta colocación, posición y alineamiento. Todas las preparaciones deberán aprobarse previamente a la colocación del concreto.

El concreto se depositará en forma continua o en capas de un espesor tal, que no se coloque concreto fresco sobre el que ya haya endurecido lo suficiente como para provocar juntas visibles o planos débiles en una sección. Si una porción no puede depositarse en forma continua, se localizarán juntas de construcción como lo prevengan los planos estructurales o que en su defecto, hayan sido previamente aprobadas.

El vertido se desarrollará a un ritmo tal, que la mezcla quede integrada al concreto fresco aún en estado plástico. No se depositará ningún concreto que haya endurecido parcialmente o se haya contaminado con materiales extraños.

Todo el concreto se consolidará mediante picado, vibrado o apisonado, de tal manera que confine totalmente al refuerzo a los elementos embebidos, llene las esquinas de los moldes y se eliminen las bolsas de aire que puedan provocar la presencia de huecos o de planos débiles.

5.11 Curado del concreto

La CFE recomienda que el cemento normal reciba curado durante 7 días y el cemento de sentencia rápida durante 3 días a humedad continua. El curado posterior puede ser mediante compuestos que forman membrana impermeable. El curado debe iniciarse inmediatamente después del fraguado inicial, o tan pronto como se realice el acabado de la superficie; sin embargo, debe evitarse rociar con agua fría superficies de concreto que aún estén calientes por su fraguado. En general, durante los primeros días debe protegerse el concreto contra cambios bruscos de temperatura.

5.12 Cimbras

La cimbra es una estructura provisional, que soporta al concreto, mientras se encuentra en su proceso de fraguado y adquiere la resistencia necesaria para sostener su propio peso. La cimbra puede ser de madera, de acero o de una combinación de los dos materiales.

La cimbra se diseñará de tal manera que todos los componentes y elementos de la estructura queden moldeados con sus dimensiones, forma, alineamiento, elevación y posición correctos. Así mismo, dicho diseño tomará en consideración que su montaje, soportes y contravientos, sean capaces de resistir todas las cargas verticales y horizontales que le son aplicadas, en tanto que la estructura de concreto no sea capaz de soportarlas por sí sola.



Antes de la colocación del concreto, los moldes se inspeccionarán para verificar su alineamiento y la posición adecuada del refuerzo.

Los moldes y puntales de la cimbra que soporten el peso del concreto de las vigas, losas, muros y otros elementos estructurales que formen parte de los depósitos, deberán mantenerse en su sitio hasta que el concreto haya alcanzado la resistencia mínima especificada en los contratos de obra o por la Dirección de la misma.

El Instituto Mexicano del cemento y el concreto (IMCYC), ha producido excelentes publicaciones de aplicación para la construcción de tanques, mismas que puede ser conveniente consultarlas. Ejemplo: Diseño y control de mezclas de concreto, Aditivos químicos y Guía para el diseño y construcción de cimbras.

5.13 Requisitos de seguridad

Para el control durante la construcción o durante los trabajos de rehabilitación, se requiere llevar a cabo las siguientes acciones:

- Mantener actualizada la bitácora de los trabajos, así como la documentación de respaldo.

- Elaborar los planos con las adecuaciones realizadas al proyecto ejecutivo durante la construcción o rehabilitación del tanque, además de la documentación fotográfica según los avances de la construcción.
- Suspender los trabajos cuando las condiciones del sitio difieran de las consideradas en el proyecto ejecutivo, hasta que se implementen los cambios necesarios en el diseño y construcción.
- Mantener un cuerpo de personal técnico de supervisión y diseño, que lleven a cabo la inspección y aceptación de las diferentes etapas de trabajo.
- Realizar la inspección durante el primer llenado del tanque para verificar la estanquidad y seguridad estructural.

5.14 Planos de concreto reforzado

En las Figuras del 5 a la 7, se muestran los planos de tanques de concreto reforzado con las dimensiones recomendadas para cada una de las variables descritas en los Cuadros 1, 2 y 3 enlistados posteriormente a cada figura respectivamente; dichas propuestas han sido analizadas en su diseño estructural.



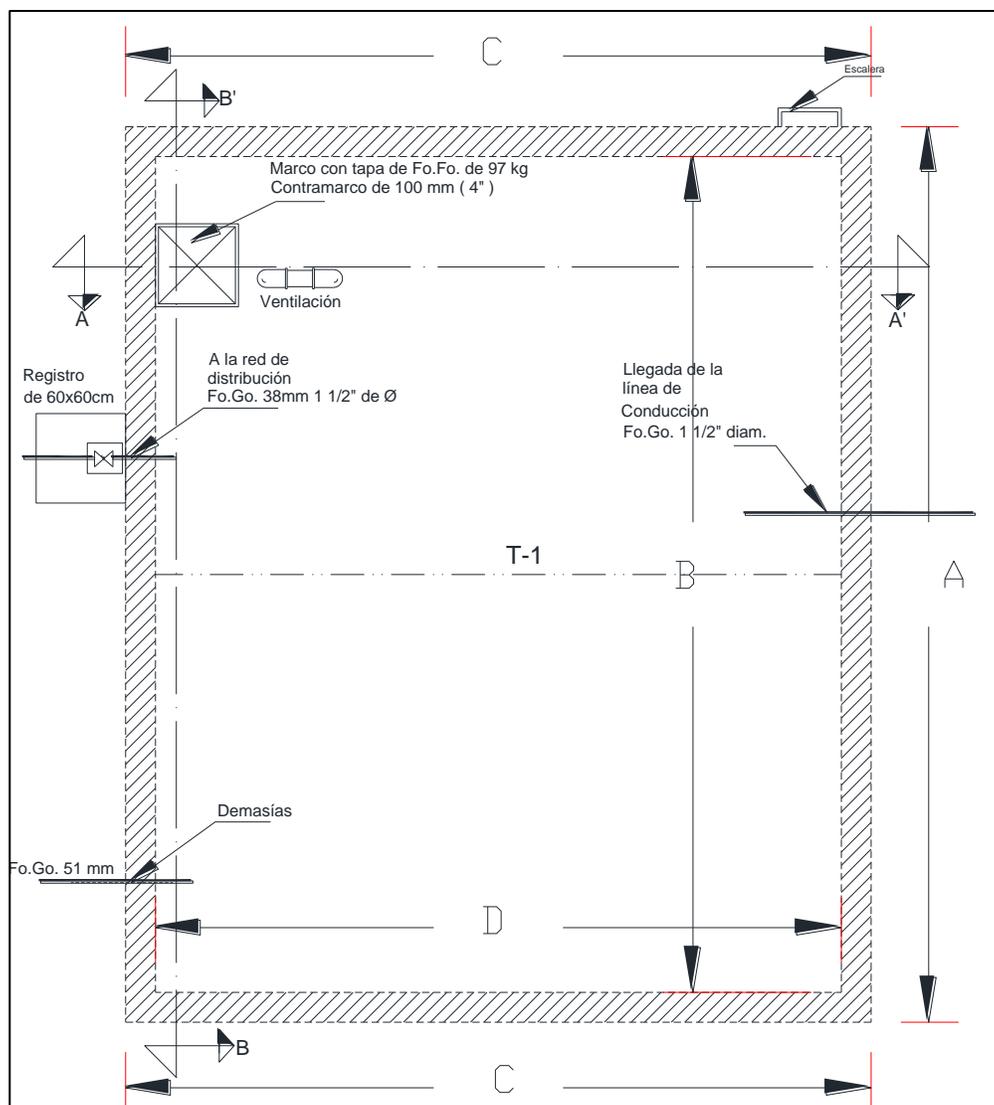


Figura 5. Tanque de concreto reforzado, planta general.

Cuadro 1. Dimensiones en los elementos de un tanque de concreto reforzado (1a parte de 3).

Sección	Descripción	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)									
		30	50	70	80	100	120	140	160	180	200
<i>Dimensiones (m)</i>											
A	Longitud	5.00	8.00	7.00	8.00	7.50	8.00	8.00	9.20	10.00	10.00
B	Longitud interior	4.70	7.70	6.70	7.70	7.10	7.60	7.60	8.80	9.60	9.60
C	Ancho	3.00	3.20	5.00	5.00	6.50	6.00	7.00	7.00	9.00	10.00
D	Ancho interior	2.70	2.90	4.70	4.70	6.10	5.60	6.60	6.60	8.60	9.60



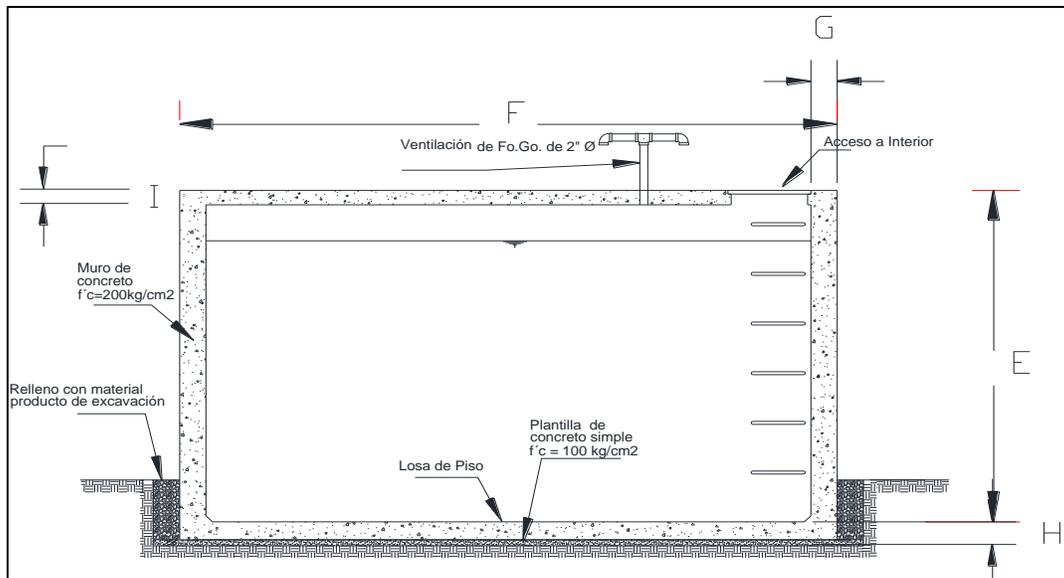


Figura 6. Tanque de concreto reforzado, corte A-A'.

Cuadro 2. Dimensiones en los elementos de un tanque de concreto reforzado (2a parte de 3).

Sección	Descripción	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)									
		30	50	70	80	100	120	140	160	180	200
<i>Dimensiones (m)</i>											
E	Altura	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.50	2.50	2.50	2.00	2.00
F	Ancho	3.00	3.20	5.00	5.00	6.50	6.00	7.00	7.00	9.00	10.00
G	Espesor Muros	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
H	Espesor Losa Inferior	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20
I	Espesor Losa Superior	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

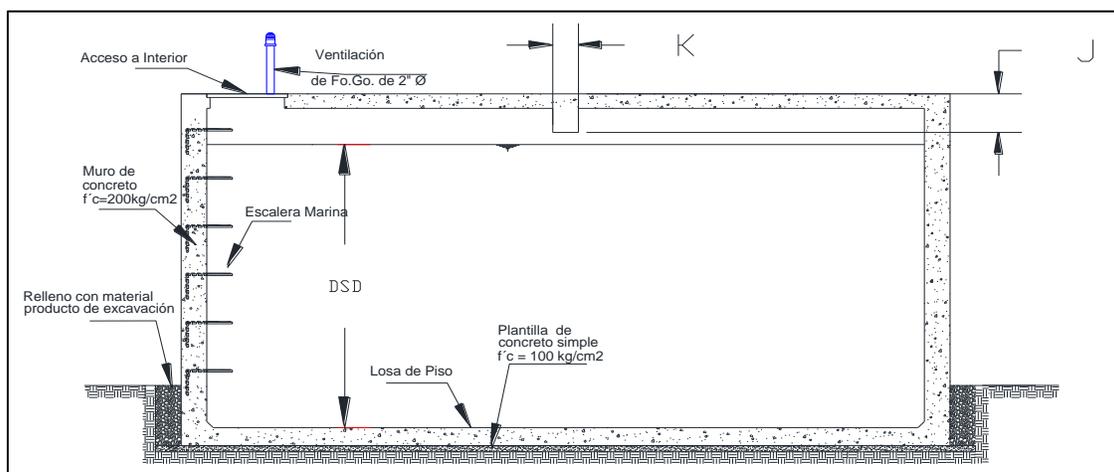


Figura 7. Tanque de concreto reforzado, corte B-B'.



Cuadro 3. Dimensiones en los elementos de un tanque de concreto reforzado (3a parte de 3).

Sección	Descripción	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)									
		30	50	70	80	100	120	140	160	180	200
<i>Dimensiones (m)</i>											
J	Altura de Trabe	0.10	0.10	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
K	Ancho de Trabe	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

En el Cuadro 4 se dan las especificaciones técnicas que debe cumplir la varilla para la construcción de obras de tanque de

almacenamiento y que están normadas de acuerdo a la norma oficial mexicana NMX-C-407.

Cuadro 4. Especificaciones técnicas de la varilla con la norma oficial mexicana NMX-C-407.

Especificaciones Técnicas de la Varilla						
No. varillas	Diámetro Nominal mm	Diámetro Nominal in	Perímetro mm	Área cm ²	Peso kg/m	Varillas 12 m por tonelada
2	6.4	1/4"	20.1	0.32	0.251	-
2.5	7.9	5/16"	24.8	0.49	0.384	217
3	9.5	3/8"	29.8	0.71	0.557	150
4	12.7	1/2"	39.9	1.27	0.996	84
5	15.9	5/8"	50	1.99	1,560	53
6	19.1	3/4"	60	2.87	2,250	37
8	25.4	1"	79.8	5.07	3,975	21

En la construcción de tanques de almacenamiento hasta una capacidad de 200 m³ de almacenamiento, las recomendaciones

para longitudes de anclaje, traslape, escuadras y ganchos se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Longitudes de anclaje, traslape, escuadras y ganchos.

Longitudes de anclaje, traslape, escuadras y ganchos						
No. varillas	Diámetro		Traslape Lt= 40d	Anclaje La= 20d	Escuadra Le= 16d	Ganchos L= 8d
	pulg	cm				
2	1/4"	0.64	30	15	10	
3	3/8"	0.95	40	20	15	
4	1/2"	1.27	50	25	20	10
5	5/8"	1.59	60	30	25	13
6	3/4"	1.9	75	40	30	15
8	1"	2.54	100	50	40	20



Para la distribución de acero en losas en tanques de concreto reforzado, en la Figura 8 se muestra un esquema con variables de las dimensiones largo y ancho de la losa, así como número y/o diámetro de las varillas al igual que la separación que debe existir entre cada una de ellas para su armado. Además, en los Cuadros 6 y 7 se dan las recomendaciones para cada una de estas variables para tanques con capacidad entre los 30 y 200 m³ de almacenamiento.

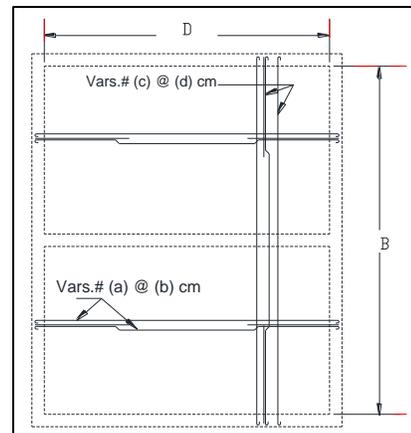


Figura 8. Armado de losas.

Cuadro 6. Distribución del acero en losas en tanques de concreto reforzado (1ª parte de 2).

Varillas		CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)										
		30		50		70		80		100		
Letra	Descripción	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	
Losas	(a)	#	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00
	(b)	Separación	30 cm		30 cm		30 cm		30 cm		30 cm	
	(c)	#	3/8"	3.00	3/8"	3.00	3/8"	3.00	3/8"	3.00	3/8"	3.00
	(d)	Separación	30 cm		30 cm		30 cm		30 cm		30 cm	

Cuadro 7. Distribución del acero en losas en tanques de concreto reforzado (2ª parte de 2).

Varillas		CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)										
		120		140		160		180		200		
Letra	Descripción	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	
Losas	(a)	#	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00
	(b)	Separación	15 cm		15 cm		15 cm		15 cm		15 cm	
	(c)	#	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00
	(d)	Separación	15 cm		15 cm		15 cm		15 cm		15 cm	

En la Figura 9 se muestra un esquema del armado de trabes de tanques de concreto reforzado, especificando las variables que intervienen en la distribución de acero de

acuerdo a las diferentes capacidades de un tanque de almacenamiento que comprende de 30 y 200 m³, donde las cantidades para estos conceptos se muestran en los Cuadros 8 y 9.



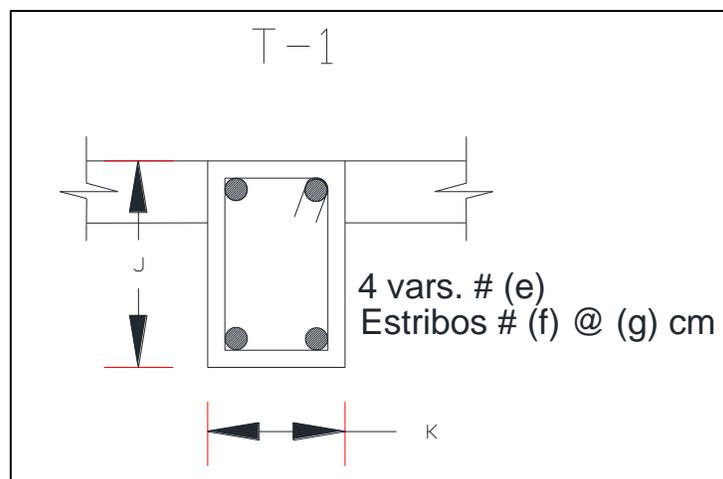


Figura 9. Armado de trabe.

Cuadro 8. Distribución del acero en traves de tanques de concreto reforzado (1ª parte de 2).

Varillas		CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)										
		30		50		70		80		100		
Letra	Descripción	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	
Traves	(e)	#	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00
	(f)	#	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00
	(g)	Separación	30 cm		30 cm		30 cm		30 cm		30 cm	
		Piezas	2		3.00		2.00		3.00		2.00	

Cuadro 9. Distribución del acero en traves de tanques de concreto reforzado (2ª parte de 2).

Varillas		CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)										
		120		140		160		180		200		
Letra	Descripción	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	
Traves	(e)	#	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00
	(f)	#	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00
	(g)	Separación	15 cm		15 cm		15 cm		15 cm		15 cm	
		Piezas	3.00		3.00		3.00		4.00		4.00	

Para el armado de muros de tanques de concreto reforzado, en la Figura 10 se muestra un esquema con variables de las dimensiones largo y ancho del tanque, así como número y/o diámetro de las varillas al igual que la separación debe existir entre cada una de ellas

para el armado del muro. En acorde al armado de muros, en los Cuadros 10 y 11 se dan las recomendaciones para cada una de estas variables aplicables a tanques con capacidad entre los 30 y 200 m³ de almacenamiento.



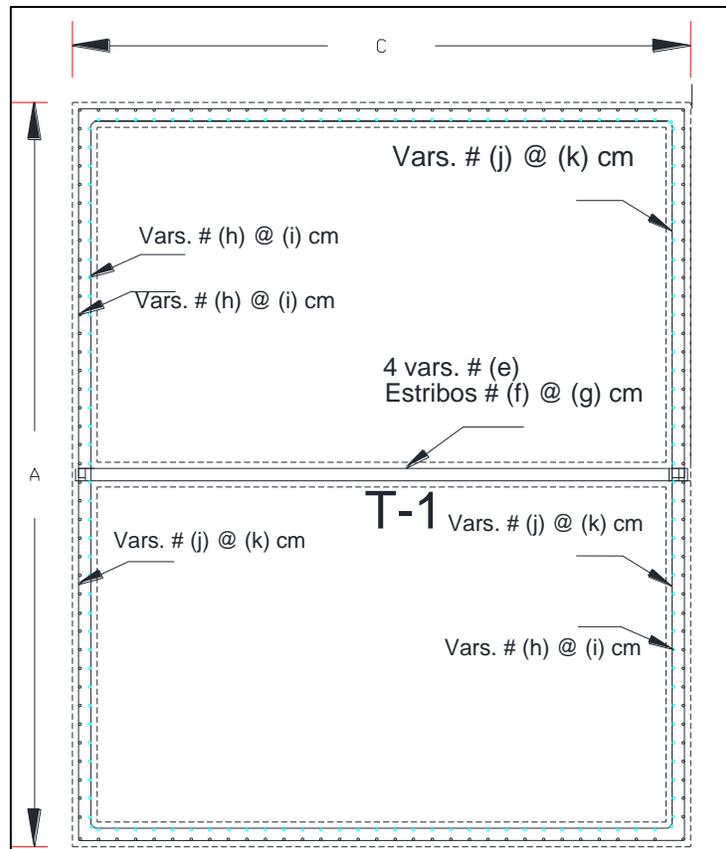


Figura 10. Armado de muros.

Cuadro 10. Distribución del acero en muros de tanques de concreto reforzado (1ª parte de 2).

Varillas		CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)										
		30		50		70		80		100		
Letra	Descripción	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	
Muros	(h)	#	3/8"	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00
	(i)	Separación	30 cm		30 cm		30 cm		30 cm		30 cm	
	(j)	#	3/8"	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00	3/8 "	3.00
	(k)	Separación	30 cm		30 cm		30 cm		30 cm		30 cm	

Cuadro 11. Distribución del acero en muros de tanques de concreto reforzado (2ª parte de 2).

Varillas		CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)										
		120		140		160		180		200		
Letra	Descripción	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	
Muros	(h)	#	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00
	(i)	Separación	15 cm		15 cm		15 cm		15 cm		15 cm	
	(j)	#	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00	4/8 "	4.00
	(k)	Separación	15 cm		15 cm		15 cm		15 cm		15 cm	



Con relación al armado de dalas en tanques de concreto reforzado, en la Figura 11 se muestra un esquema con variables de las dimensiones ancho y alto del tanque, así como el número y/o diámetro de las varillas al igual que la separación que debe existir entre cada una de ellas para el armado del muro, así como la especificación del armado de la dala con sus respectivo número y/o diámetro de las varillas.

En acorde al armado de las dalas, en los Cuadros 12 y 13 se dan las recomendaciones de distribución de acero para cada una de estas variables aplicables a tanques con capacidad entre los 30 y 200 m³ de almacenamiento.

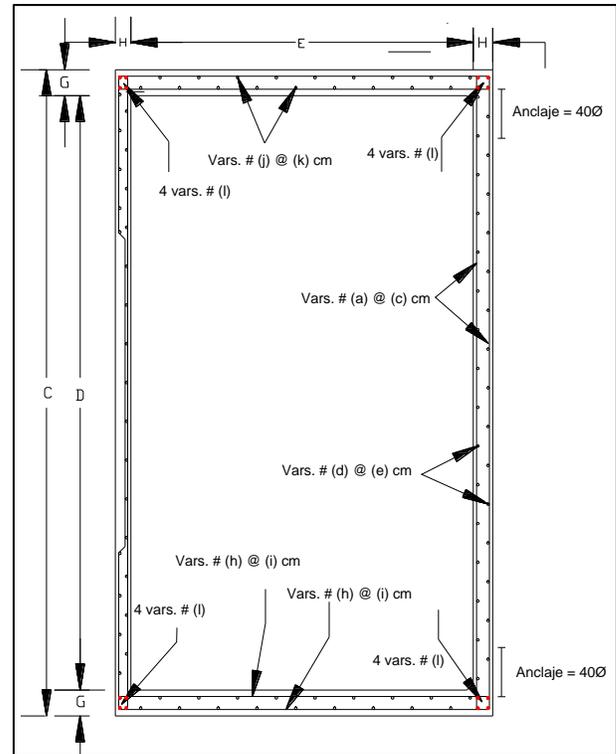


Figura 11. Armado de muros y dalas.

Cuadro 12. Distribución del acero en dalas de tanques de concreto reforzado (1ª parte de 2).

Varillas			CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)									
			30		50		70		80		100	
Letra	Descripción	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	
Dala	(l)	#	3/8"	3.00	3/8"	3.00	3/8"	3.00	3/8"	3.00	3/8"	3.00
		Separación	0.10		0.10		0.10		0.10		0.15	
			Acero Utilizado (Kg)									
			763.39078		954.49748		1241.29678		2209.4268		2818.71984	

Cuadro 13. Distribución del acero en dalas de tanques de concreto reforzado (2ª parte de 2).

Varillas			CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (m ³)									
			120		140		160		180		200	
Letra	Descripción	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	Pulgadas	No.	
Dala	(l)	#	4/8"	4.00	4/8"	4.00	4/8"	4.00	4/8"	4.00	4/8"	4.00
		Separación	0.15		0.15		0.15		0.15		0.15	
			Acero Utilizado (Kg)									
			2989.2948		3379.7268		3611.1972		4301.76384		4718.09184	



6. TANQUE DE MAMPOSTERÍA

Durante la construcción de un tanque de mampostería, se deberá verificar que el nivel de la iniciación de descarga del dispositivo de desfogue, corresponda exactamente con el nivel de agua máxima señalada por el proyecto para el tanque correspondiente.

Todos los tanques de mampostería para regularización de agua potable, deberán estar dotados de dispositivos que aseguren una efectiva ventilación a sus interiores.

Cuando el techo del tanque este formado por una losa llevando en su parte inferior una retícula de trabes, cuando menos deberá instalarse un dispositivo de ventilación para cada retícula comprendida por las trabes de la losa, a fin de garantizar una correcta ventilación.

Los dispositivos de ventilación deberán de estar formados por tubos y piezas especiales de fierro fundido u otro material resistente a la corrosión, debiendo quedar instalados en forma tal que impidan en forma efectiva la entrada al interior del tanque, de basura, tierra, animales, etc.

6.1 Registros y tapas

Los registros y sus tapas de los tanques de mampostería, quedarán instalados a las líneas y niveles señalados por el proyecto y serán de los materiales señalados en el mismo. Se recomienda que las tapas sean de acero y se les coloque un primario de pintura anti-

corrosiva para disminuir su oxidación y la contaminación del agua.

6.2 Escaleras marinas

El contratista o el ejecutor de la obra, instalarán a las líneas y niveles señalados por el proyecto las escaleras marinas y otros elementos que permitan y faciliten el acceso al interior del tanque. Así mismo, las escaleras se someterán a un paso de pintura anticorrosiva al igual que los demás dispositivos de acero que estén en contacto con el agua.

6.3 Caja de válvulas

Todos los tanques de mampostería, deberán incluir una caja de válvulas necesarias y suficientes para poder aislar el tanque, tanto de la línea alimentadora de conducción como de las líneas correspondientes a la red de distribución, para poder vaciar el tanque a voluntad para fines de inspección y limpieza. En la caja de válvulas, quedarán instaladas tanto las válvulas como todas las piezas especiales necesarias y suficientes para las conexiones requeridas. La caja de válvulas deberá estar dotada de los dispositivos necesarios y suficientes para que se puedan manipular sin contratiempos las válvulas correspondientes.

6.4 Requisitos sanitarios

Un tanque deberá:

- Estar cerrado para evitar la entrada de contaminación.



- No dejar entrar la luz para evitar el crecimiento de algas.
- Tener sistema de limpieza.
- Estar provisto de escotilla de visitas para inspección de mantenimiento, operación y de limpieza.

6.5 Estructuras de mampostería

Las estructuras de mampostería, son las formadas por piedras labradas o no labradas unidas con mortero, que se utilizan para construir tanques de almacenamiento o distribución de agua y otros trabajos como cajas y cabezales de alcantarillas, muros de protección y retención, pilas y estribos de puentes. En sí, son estructuras indispensables cuya misión es satisfacer múltiples necesidades en nuestro medio rural.

Las cotas de cimentación, las dimensiones, tipos y formas de las estructuras de mampostería de piedra, deben ser las indicadas en los planos. El tipo y forma a colocar en cada caso, debe ser determinado en el campo por el Prestador de Servicios Profesionales o el supervisor del proyecto.

6.6 Especificaciones técnicas

En lo que se refiere al diseño estructural, los procedimientos de construcción, recomendaciones sobre los materiales a usar, calidad y resistencia de los mismos, están basadas en las especificaciones dadas por el reglamento de las Normas Mexicanas NMX-C-36, 37,314 y las Normas Técnicas

complementarias para la construcción de estructuras de mampostería (DDF-NT, 1995).

6.7 Materiales

- **Piedra:** La piedra puede ser canto rodado o material de cantera labrada o no labrada. La piedra debe ser dura, sana, libre de grietas u otros defectos estructurales que tiendan a reducir su resistencia a la intemperie. Las superficies de las piedras deben estar exentas de tierra, arcilla o cualquier materia extraña que pueda obstaculizar la buena adherencia del mortero. Las piedras pueden ser de forma cualquiera y sus dimensiones pueden variar entre 10 y 20 centímetros (chicas) y entre 20 y 30 centímetros (grandes). Las piedras deben tener un peso específico mínimo de 1.39 g/cm^3 .
- **Mortero:** El mortero debe estar formado por una parte de cemento (normal) y tres partes de agregados finos (arenas).

6.8 Requisitos de construcción

Las superficies de las piedras se deben humedecer antes de colocarlas, para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña; deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo. Las piedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar, de tal manera de formar en lo posible hiladas regulares. Las separaciones entre piedra y piedra deberán estar comprendidas entre 1.5 y 3.0 cm.



Se deben colocar las piedras de mayores dimensiones en la base o parte inferior y una selección de ellas en las esquinas, de cualquier estructura. Incluyendo la primera hilada, las piedras se deben colocar de tal manera que las caras de mayores dimensiones queden en un plano horizontal. Los lechos de cada hilada y la nivelación de sus uniones, se deben llenar y conformar totalmente con mortero.

Cuando las piedras sean de origen sedimentario, se deben colocar de manera que los planos de estratificación queden en lo posible normales a la dirección de los esfuerzos. Excepto en las superficies visibles, cada piedra debe ir completamente recubierta por el mortero.

Las piedras se deben manipular en tal forma, que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición. Se debe usar el equipo adecuado para la colocación de las piedras grandes que no puedan ser manejadas por medios manuales. No se debe permitir rodar o dar vueltas a las piedras sobre el muro, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circundante y colocarlos de nuevo.

6.9 Elaboración y colocación de mortero

El mortero se debe preparar en la proporción y con los materiales como se indica en los planos, con agua limpia exenta de sales perjudiciales al cemento, y en la cantidad necesaria para formar un mortero de tal

consistencia, que se pueda manejar y extender fácilmente en las superficies de las uniones. Si no se usa mezcladora para la elaboración del mortero, el cemento y agregados fino, se deben mezclar en seco en un recipiente sin fugas, hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. El mortero se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso se debe permitir el retemple (reavive) del mortero. Las separaciones entre piedra y piedra que den espacios mayores de las dimensiones indicadas anteriormente, deben ser llenadas con fragmentos o astillas de piedra y mortero; no se permiten porciones vacías en ninguna de las partes de las estructuras de mampostería de piedra.

Inmediatamente después de la colocación de la mampostería, todas las superficies visibles de las piedras se deben limpiar de las manchas de mortero y mantenerse limpias hasta que la obra esté terminada.

La mampostería se debe mantener húmeda durante 3 días después de haber sido terminada. No se debe aplicar ninguna carga exterior sobre o contra la mampostería de piedra terminada, por lo menos durante 14 días después de haber terminado el trabajo. Las superficies y las uniones de las piedras de las estructuras de mampostería de piedra, no se deben repellar si los planos no indican lo contrario.



6.10 Curado y protección de la mampostería

Toda obra de concreto debe protegerse debidamente, a efecto de prevenir la evaporación del agua durante el proceso de fraguado, por lo menos durante un período de 7 días ininterrumpidos a partir de la finalización de la fundición.

6.11 Tanques de mampostería tipo

La propuesta de diseño de tanques de mampostería que se presenta esta basada en la experiencia de otros que ya han sido construidos, quedando a la consideración del proyectista hacer los ajustes necesarios para su correcta ejecución.

En el Cuadro 14 se presenta las medidas de las dimensiones, largo “N” y ancho “L” de la losa

superior para tanques de mampostería para diferentes volúmenes de almacenamiento, siendo las demás medidas constantes.

Cuadro 14. Dimensiones para tanques tipo de mampostería con capacidad entre 10 a 100 m³.

DIMENSIONES VARIABLES (m)		
CAPACIDAD	N	L
10 m ³	2.10	2.10
20 m ³	2.90	2.90
30 m ³	3.60	3.60
40 m ³	4.10	4.10
50 m ³	4.60	4.60
60 m ³	7.00	3.00
70 m ³	7.70	3.80
80 m ³	8.20	4.10
90 m ³	8.70	4.30
100 m ³	9.10	4.80

En los Cuadros 15 y 16 se presentan las cantidades de obra correspondientes a cada tanque.

Cuadro 15. Cantidades de obra para tanques de mampostería con capacidad de 10 a 50 m³.

CANTIDADES DE OBRA						
Concepto	Unidad	10 m³	20 m³	30 m³	40 m³	50 m³
Despalme	m ³	62	75	88	97	107
Excavación	m ³	32	45	53	58	64
Plantilla f'c = 100 kg/cm ²	m ³	1.8	2.1	2.8	3.1	3.6
Losa Piso f'c = 150 kg/cm ²	m ³	0.9	1.5	2.1	2.6	3.4
Losa Cubierta f'c = 200kg/cm ²	m ³	1.4	1.7	2.7	3.2	3.9
Acero de refuerzo f's = 1265 kg/cm ²	kg	140	219	300	366	522
Mampostería de piedra de 3a	m ³	51	64	74	81	89
Cimbra	m ²	12	17	23	29	34
Aplanados Interiores	m ²	23	31	39	44	49
Tapa registro en la cubierta	PZA	1	1	1	1	1
Ventilación	PZA	1	1	2	2	2
Demasías	PZA	2	2	2	2	2
Limpieza	PZA	1	1	1	1	1
Escalera marina	PZA	1	1	1	1	1
Junta de cloruro polivinilo	m	24	58	84	104	124
Gusaneo	m ²		67.55	76.27	92.58	88.56



Cuadro 16. Cantidades de obra en tanques de mampostería con capacidad de 60 a 100 m³.

Cantidades de Obra						
Concepto	Unidad	60 m ³	70 m ³	80 m ³	90 m ³	100 m ³
Despalme	m ²	1220	13.2	14.2	14.9	15.8
Excavación	m ³	74	79	85	90	95
Plantilla f'c=100 kg/cm ²	m ³	6.1	6.6	7.1	7.5	7.8
Losa piso f'c=150 kg/cm ²	m ³	3.4	4	4.4	4.7	5.2
Loca cubierta f'c=200kg/cm ²	m ³	4.8	5	5.6	6	6.6
Acero de refuerzo f's=1255 kg/cm ²	kg	573	637	731	763	901
Mampostería de piedra de 3a	m ³	93	102	109	115	121
Cimbra	m ²	45	51	57	62	69
Aplanados de interiores	m ²	64	69	74	78	82
Tapa de registro en la cubierta	pza	1	1	1	1	1
Escala marina	pza	1	1	1	1	1
Junta cloruro P.V.C	m	17	17	19	20	21
Ventilación	pza	2	2	2	2	2
Demasías	pza	2	2	2	2	2
Limpieza	pza	1	1	1	1	1
Gusaneo	m ²	99.27	105.25	110.98	115.78	120.56

6.12 Planos de tanques de mampostería

En las Figuras 12 y 13 se presenta las vistas en planta y perfil de un tanque de mampostería

para diferentes volúmenes de almacenamiento (10 a 100 m³) donde se incluyen medidas constantes y variables de sus dimensiones.



En los Cuadros del 17 al 20 se presenta la lista de tipo de varillas, diámetro, las dimensiones y cantidad de kilos de acero en la losa superior,

para tanques de mampostería de entre 10 a 50 m³ de almacenamiento.

Cuadro 17. Lista de varillas para tanques de mampostería con capacidad de 10 y 20 m³.

CAPACIDAD 10 m ³									CAPACIDAD 20 m ³								
VARS.		CANT.	DIMENSIONES			LONG. TOTAL	S	PESO kg	VARS.		CANT.	DIMENSIONES			LONG. TOTAL	S	PESO kg
TIPO	Ø		a	b	c				TIPO	Ø		a	b	c			
A	3	21	254			280	20	33	A	3	31	334			360	20	68
B	3	3	174			200	20	3	B	3	3	254			280	20	5
C	3	4	94			120	20	3	C	3	4	134			160	20	4
D	3	8	314			340	25	15	D	3	8	394			420	25	19
E2	3	5	314			340	50	10	E	3	9	394			420	50	21
E1	3	4	119			145	50	3	E1	3	4				185	50	4
E	3	2	192			220	50	3	E2	3	2	274			300	50	3
F	3	14	89			115	50	9	F	3	22	119			145	50	18
F1	3	3	44			70	50	1	F1	3	3	44			70	50	1
F2									F2								
F3	3	1	108			134	1	1	F3	3	1	108			134		1
G	3	12	224			250		17	G	3	12	304			330		22
H	3	4	224		20.5	300		7	H	3	4	304		20.5	230		9
I	2	44	17	7	7	62	20	9	I	2	60	17	7	7	82	20	12
I1	3	2	54	54	12	272	25	3	I1	3	2	54	54	12	272	25	3
J	3	7	126	89	89	344	50	14	J	3	8	146	119	119	424	50	19
J1	3	2	25	89		147	50	2	J1	3	2	35	119		187	50	2
J2	3	1	100	89		222	50	1	J2	3	1	146	119		298	50	2
K	3	5	54	12	44	222	20	6	K	3	5	54	12	44	227	20	6
TOTAL =140 kg									TOTAL = 219 kg								

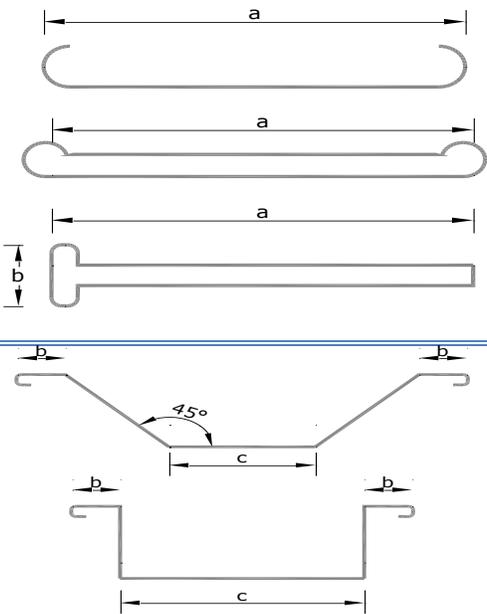
Cuadro 18. Lista de varillas para tanques de mampostería con capacidad de 30 y 40 m³.

CAPACIDAD 30 m ³									CAPACIDAD 40 m ³								
VARS.		CANT.	DIMENSIONES			LONG. TOTAL	S	PESO kg	VARS.		CANT.	DIMENSIONES			LONG. TOTAL	S	PESO kg
TIPO	Ø		a	b	c				TIPO	Ø		a	b	c			
A	3	39	404			430	20	95	A	3	43	454			480	20	117
B	3	3	324			350	20	6	B	3	3	374			400	20	7
C	3	4	169			195	20	4	C	3	4	194			220	20	7
D	3	8	464			490	25	22	D	3	8	314			540	44	48
E	3	12	464			490	50	33	E	3	15	514			540	44	48
E1	3	4	194			220	50	5	E1	3	4	219			245	50	6
E2	3	2	344			370	50	4	E2	3	2	394			420	50	5
F	3	30	147			173	50	29	F	3	30	167			193	44	33
F1	3	3	44			70	50	1	F1	3	3	44			70	50	1
F2	3	2	55			81	50	1	F2	3	2	55			81	50	1
F3	3	1	108			134		1	F3	3	1	108			134		1
G	3	12	374			400		27	G	3	12	424			450		31
H	3	4	374		20.5	450		10	H	3	4	424		20.5	500		11
I	2	72	17	17	7	82	20	15	I	2	84	17	7	7	82	20	17
I1	3	2	54	54	12	272	25	3	I1	3	2	54	54	12	272	25	3
J	3	12	160	147	147	494	50	34	J	3	15	170	167	167	544	44	46
J1	3	2	42	147		22	50	3	J1	3	2	47	167		247	44	2
J2	3	1	160	147	27	374	50	2	J2	3	1	170	167	47	424	44	1
K	3	5	54	2	44	227	20	6	K	3	5	54	12	44	227	20	6
TOTAL = 301 kg									TOTAL = 366 kg								



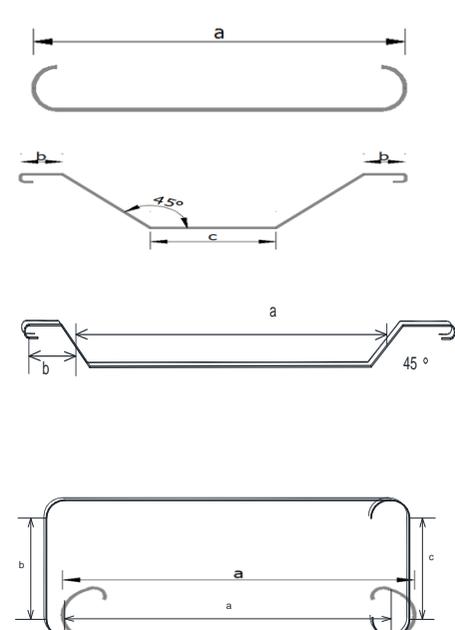
Cuadro 19. Lista de varillas para tanques de mampostería con capacidad de 50 m³.

CAPACIDAD 50 m ³									Croquis
VARS.		CANT.	DIMENSIONES			LONG. TOTAL	S	PESO kg	
TIPO	Ø		a	b	c				
A	3	49	504			550	20	147	
B	3	3	424			450	20	8	
C	3	4	219			245	20	6	
D	3	8	564			590	25	27	
E	3	16	564			590	50	53	
E1	3	4	244			270	50	8	
E2	3	2	444			470	50	5	
F	3	108	100			214	125	131	
F1	3	5	44			70	50	1	
F2	3	4	76			102	50	1	
F3	3	1	198			134		1	
G	3	12	474			500		34	
H	3	4	474		20.5	550		12	
I	3	92	17	7	7	82	20	19	
I1	3	2	54	54	12	272	25	3	
J	3	16	178	188	188	594	50	54	
J1	3	2	51	188		272	50	3	
J2	3	1	178	188	68	474	50	3	
K	3	5	54	12	44	227	20	6	
TOTAL = 522 kg									



Cuadro 20. Lista de varillas para tanques de mampostería con capacidad de 80 m³.

CAPACIDAD 80 m ³									Croquis
VARS.		CANT.	DIMENSIONES			LONG. TOTAL	S	PESO kg	
TIPO	Ø		a	b	c				
A	3	21				890	20	106	
A1	3	3				810	20	14	
B	43	3				480	20	117	
B1	3	4				220	20	3	
C	3	4				540	25	12	
C1	3	4				950	25	22	
D	3	4				950	85	22	
D1	3	10				190	80	11	
D2	3	6				288	80	10	
D4	3	2				830	80	9	
D5	3	2				70	80	1	
D6	3	5				70	80	2	
D7	3	2		20.5		70	80	1	
E	2	9		7		540	92	28	
E1	3	20		12		188	92	21	
E2	3	2		89		245		3	
F	3	4				450		10	
F1	3	8				860		39	
G	3	4		205		500		11	
G1	3	2		205		500		6	
G2	7	2	535			594		37	
H	3	18	262	164		958	20	98	
H1	3	3	262	164	44	838	20	14	
I	3	28	162			544	23	86	



CAPACIDAD 80 m ³									Croquis
VARS.		CANT.	DIMENSIONES			LONG. TOTAL	S	PESO kg	
TIPO	Ø		a	b	c				
I1	3	4	162			247	46	6	
J	2	124	7	7		82	20	25	
J1	3	21	11	11		117	20	6	
J2	3	2	54	12		272	25	3	
K	3	5	12	44		227	20	6	
TOTAL = 731 kg									

En la Figura 14 se presenta las medidas del armado de losa superior, aplicables en tanques

de mampostería con capacidad de 10, 20, 30, 40 y 50 m³.

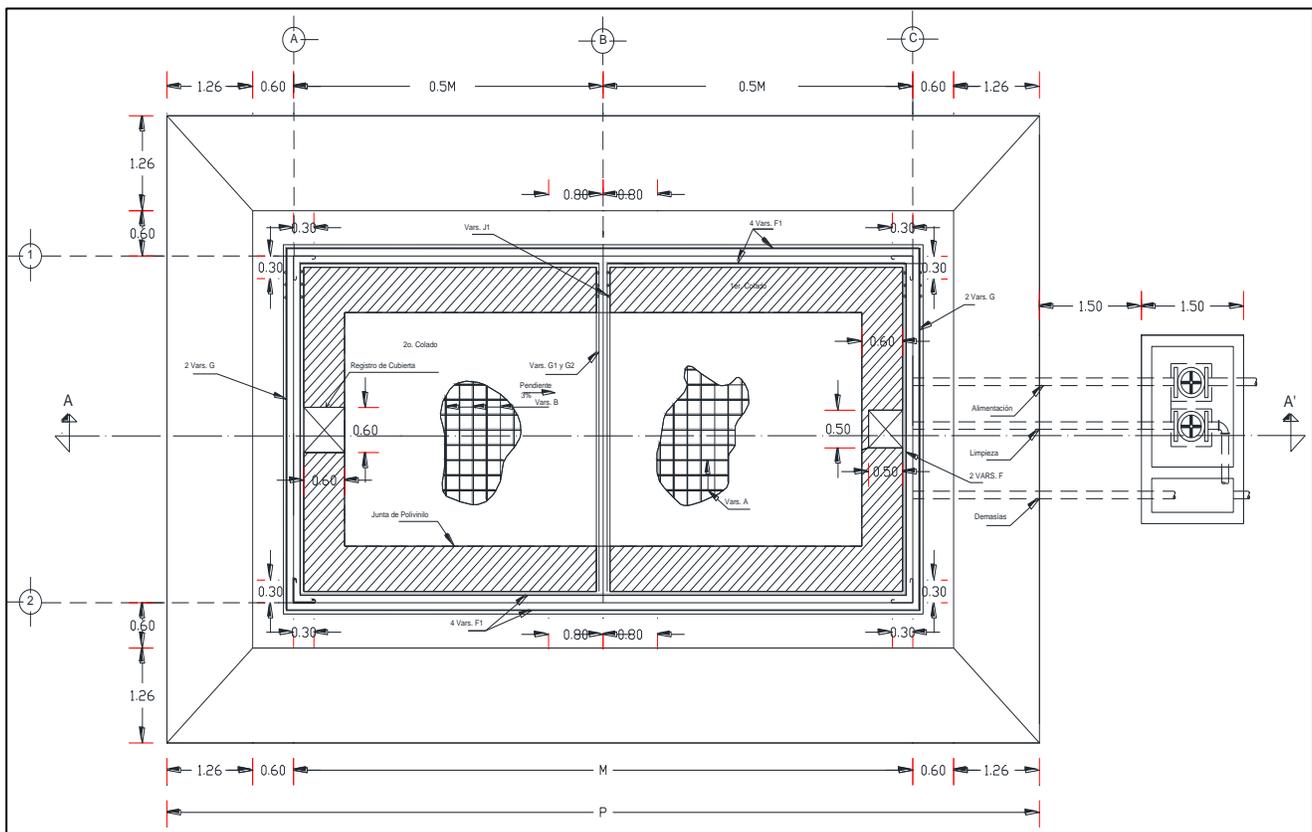


Figura 14. Armado de losa superior en tanques de mampostería, planta elevación 2.90.

En los Cuadros 21 y 22, se presenta la lista ganchos y conexiones en tanque de mampostería con capacidad entre 10 a 100 m³ de almacenamiento y en el Cuadro 23 se

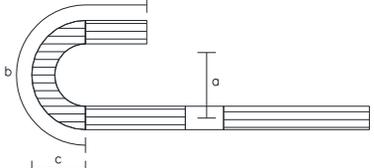
describen las dimensiones de las varillas en centímetros para tanques con capacidad de 10, 20, 30, 40 y 50 m³.



Cuadro 21. Ganchos y conexiones en el armado de tanques de mampostería con capacidad de 10, 20, 30, 40 y 50 m³.

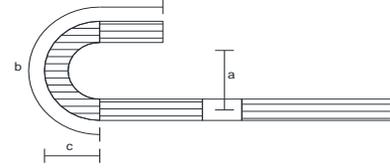
Ganchos				Conexiones		
Φ	a	b	c	Capacidad	Demasías	Limpieza
2	3.8	10	7	10 m ³	2 Tubos de 3"	1 Tubo de 3"
3	5.7	13	8	20 m ³	2 Tubos de 3"	1 Tubo de 3"
				30 m ³	2 Tubos de 4"	1 Tubo de 4"
				40 m ³	2 Tubos de 4"	1 Tubo de 4"
				50 m ³	2 Tubos de 4"	1 Tubo de 4"

Tabla de Registro Exterior						
Registro			Soleras		Armado en ambos sentidos	No. de ancla
	A	B	Marco	Marco		
1	60	70	2" x 1/8	2" x 1/8	1/4" a/c	10 8
2	60	70	2" x 1/8	2" x 1/8	1/4" a/c	10 8



Cuadro 22. Ganchos y conexiones en tanques de mampostería con capacidad de 60, 70, 80, 90 y 100 m³.

Ganchos				Conexiones		
Φ	a	b	c	Capacidad	Demasías	Limpieza
2	3.8	10	7	60 m ³	2 Tubos de 3"	1 Tubo de 3"
3	5.7	13	8			
6	11.4	22	11	70 m ³	2 Tubos de 3"	1 Tubo de 3"
7	13.4	25	12			
8	15.2	28	13	80 m ³	2 Tubos de 4"	1 Tubo de 4"
				90 m ³	2 Tubos de 4"	1 Tubo de 4"
				100 m ³	2 Tubos de 4"	1 Tubo de 4"



Cuadro 23. Dimensiones para tanques de mampostería con capacidad de 10, 20, 30, 40 y 50 m³.

Dimensiones (cm)	Capacidad (m ³)				
	10	20	30	40	50
a	225	320	390	450	500
b	30	30	30	30	30
c	255	350	420	480	530
d	15	15	15	15	15
e	215	215	215	215	215
f	30	30	30	30	30
g	210	210	210	210	210
h	50	50	50	50	50
i	245	245	245	245	245
j	15	15	15	15	15
k	30	30	30	30	30

Dimensiones (cm)	Capacidad (m ³)				
	10	20	30	40	50
l	215	215	215	215	215
m	25	25	25	25	25
n	190	190	190	190	190
o	70	70	70	70	70
p	15	15	15	15	15
q	60	60	60	60	60
r	20	20	20	20	20
s	65	65	65	65	65
t	145	145	145	145	145
u	100	100	100	100	100



En las Figuras de la 15 a la 19, se presentan los detalles del armado de la losa superior, de la junta de polivinilo, ventilación, escalera marina y del registro en la losa de cubierta respectivamente en tanques de mampostería.

y del registro en la losa de cubierta respectivamente en tanques de mampostería.

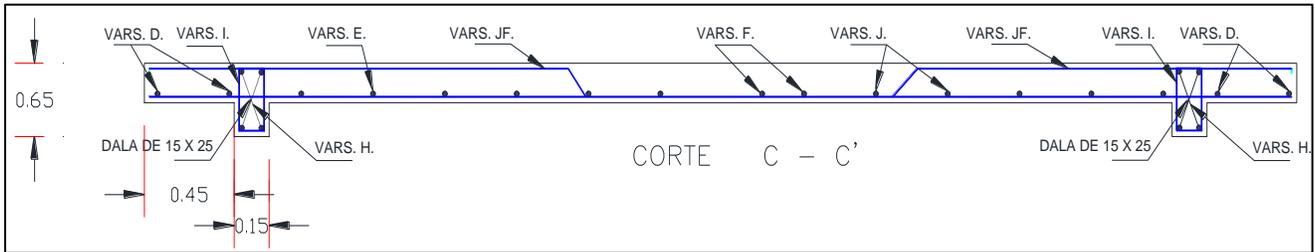


Figura 15. Detalle de armado de la losa corte C-C' en tanques de mampostería.

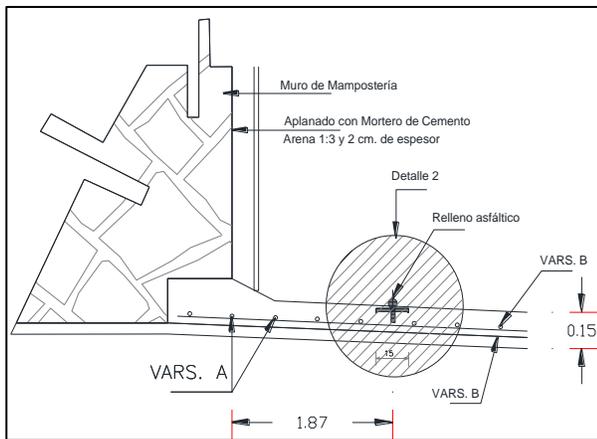


Figura 166. Detalle junta de polivinilo en tanques de mampostería.

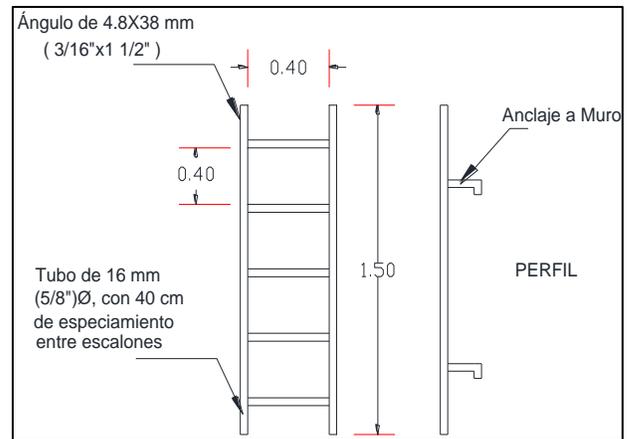


Figura 18. Detalle de escalera marina en tanques de mampostería.

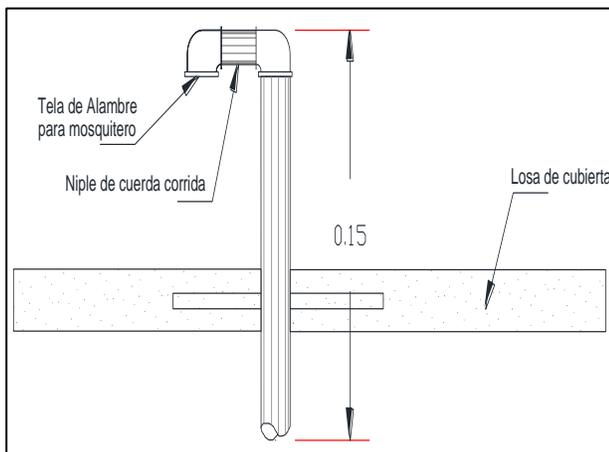


Figura 177. Detalle de ventilación en tanques de mampostería.

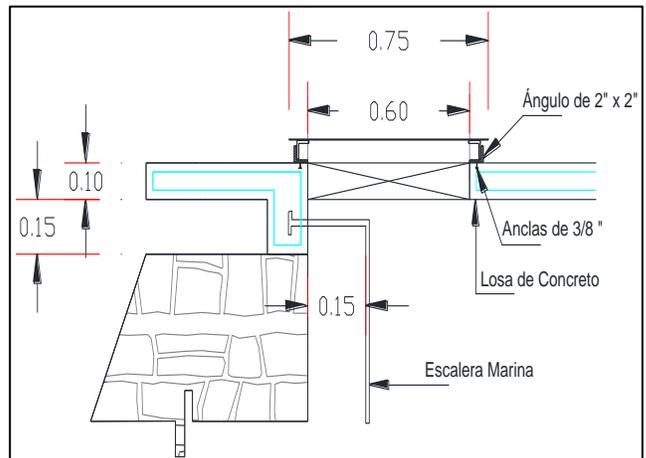


Figura 19. Detalle de registro en losa de cubierta en tanques de mampostería.



7. BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Institute Committee 2008. Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary. USA : ACI (American Concrete Institute).
- American Concrete Institute Committee.2001. Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures and Commentary. USA: ACI (American Concrete Institute).
- Comisión Federal de Electricidad. 1980. Manual de Diseño de Obras Civiles. Estructuras. Métodos de Análisis y Diseño. Tanques y Depósitos (C.2.5). México: Instituto de Investigaciones Eléctricas. Tomo I y II.
- Comisión Nacional Del Agua. 1997. "Normas técnicas complementarias para el diseño y ejecución de obras e instalaciones hidráulicas". México.
- Comisión Nacional Del Agua. 2007. Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Diseño, Construcción y Operación de Tanques de Regularización para Agua Potable. México: SEMARNAT
- Departamento del Distrito Federal (DDF-NT). 1995. Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería, México.
- Departamento del Distrito Federal (DDF-RC). 1993. Reglamento de las Construcciones para el Distrito Federal, México
- Especificaciones de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. 2008. Referente a tanques de mampostería y/o concreto para regularización de agua potable. México.
- Facultad de Ingeniería de la UNAM, Instructivo para estudio y proyecto de abastecimiento de agua potable. FIC/DICTG/85. México, D. F.
- León, E. J. M. 1994. Diseño y Cálculo de Recipientes a Presión. México D.F.
- Moreno, R. O. 2005. "Teoría, análisis y diseño de tanques rectangulares de concreto reforzado". Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, IPN, México.
- Ocaña Luís Eduardo, L. L. E. 2002. Tesis: Tanques de Mampostería Introducción. UNAM. México, D. F.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. 1997. "Norma Oficial Mexicana NOM-007-CNA-1997", "Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua". México.
- Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural A.C. (S.M.I.E.). 2000. "Proyecto de Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería para el Reglamento de las Construcciones para el Distrito Federal". 1er. Simposio Nacional de Edificaciones de mampostería. México, D. F.
- V. E. César. 1990. Abastecimiento de agua potable. Facultad de Ingeniería. UNAM. México D.F.



ELABORARON:

Dr. Demetrio S. Fernández Reynoso
Ing. Edgar Zamora Cruz
Ing. Juan Gabriel Barajas López
Dr. Mario R. Martínez Menes

REVISARON:

M. C. Félix Alberto Llerena Villalpando
Ing. Juan Nava Rodríguez

Para comentarios u observaciones al presente documento contactar a la

Unidad Técnica Especializada (UTE) COUSSA

www.coussa.mx

M. C. Félix Alberto Llerena Villalpando

allerena@correo.chapingo.mx y

f.allrenav@gmail.com

Teléfono: (01) 595 95 2 15 58

Universidad Autónoma Chapingo

Dr. Mario R. Martínez Menes

mmario@colpos.mx

Dr. Demetrio S. Fernández Reynoso

demetrio@colpos.mx

Teléfono: (01) 595 95 5 49 92

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, México.

