

TERMINOS DE REFERENCIA

**CONSTRUCCION DE TANQUE DE
ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE
OAXACA, OAX.**

CONTENIDO

1.....	Introducción	3
2.....	Objetivo	4
3.....	Alcance	4
4.....	Generalidades	4
5.....	Marco normativo nacional e internacional	5
6.....	Resultado de la revisión estructural	6
7.....	Clasificación de las estructuras	6
8.....	Importancia de las estructuras	6
9.....	Estructuración y criterios de diseño	7
10.....	Cargas a considerar para la revisión estructural	7
11.....	Reglamento de construcción aplicable	10
12.....	Tanques de vidrio fusionado al acero	19
13.....	Especificaciones técnicas para la selección de tanques de vidrio fusionado al acero..	20
14.....	De la ejecución	33
15.....	Presentación de proyectos ejecutivos de acuerdo a CNA	34
16.....	Definiciones	35
17.....	Bibliografía	37

1. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este documento es proporcionar a los organismos operadores de agua de la República Mexicana, los lineamientos para la elaboración de proyectos de construcción de tanques superficiales de vidrio fusionado al acero para almacenamiento de agua potable y aguas residuales.

La correcta selección de tanques de vidrio fusionado al acero, tomando en consideración las opciones de calidad y costo beneficio, es de vital importancia para los organismos operadores, cumpliendo con la Ley de Aguas Nacionales que establece que:

“El agua es un bien de dominio público federal, vital, vulnerable y finito, con valor social, económico y ambiental, cuya preservación en cantidad y calidad y sustentabilidad es tarea fundamental del Estado y la Sociedad, así como prioridad y asunto de seguridad nacional”. (Art. 14 bis 5 I)

“La conservación, preservación, protección y restauración del agua en cantidad y calidad es asunto de seguridad nacional, por tanto, debe evitarse el aprovechamiento no sustentable y los efectos ecológicos adversos”. (Art. 14 bis 5 IX)

Este documento tiene la finalidad de servir como referencia y consulta para la selección de tanques de vidrio fusionado al acero para almacenamiento de agua potable y aguas residuales. Estos tanques se han construido en la república Mexicana desde 1998 y su implementación va en crecimiento, sin embargo hasta Julio de 2011, no existe una regulación mexicana al respecto, aún no se incluyen en los manuales de la Comisión Nacional del Agua, ni en las Normas Oficiales Mexicanas ni en los Reglamentos de Construcción del Distrito Federal o Estados de la República.

Actualmente el Manual de Diseño, Construcción y Operación de Tanques de Regulación para abastecimiento de Agua Potable, publicado por la Comisión Nacional del Agua, incluye tanques superficiales, circulares, de diferentes materiales pero no incluye a los tanques de vidrio fusionado al acero.

En este documento se han tomado en consideración los reglamentos de construcción vigentes en México, así como las normas internacionales que regulan la construcción de este tipo de tanques, para ofrecer las recomendaciones más completas y cubriendo todos los aspectos que intervienen en la elaboración de proyectos de almacenamiento de agua.

Estos lineamientos proporcionan información al personal encargado de la elaboración de proyectos de regulación y almacenamiento de agua, del marco técnico para cumplir con los requisitos de una revisión estructural completa para todos los tanques sin importar el tamaño y la capacidad de almacenamiento, sin excepciones para tanques menores de 3,000 metros cúbicos, que también deben cumplir con todos los requisitos de sustentabilidad, impacto ambiental, seguridad, estudios preliminares, calidad de materiales, calidad de procesos constructivos y garantías.

La calidad del agua juega un papel muy importante en los sistemas de abastecimiento en México, los organismos operadores están constantemente trabajando en la recuperación del rezago en materias de mejoramiento de las condiciones de infraestructura básica y procesos de potabilización.

Para la construcción de infraestructura básica se deben considerar las mejores opciones disponibles en el mercado, tomando en cuenta la calidad de los materiales, la calidad de los procesos constructivos utilizados, la capacidad técnica del contratista, todo esto para garantizar a los organismos operadores que el costo beneficio de las obras sea el más conveniente.

La calidad de los materiales y los procesos constructivos utilizados toman una importancia vital para la elaboración de proyectos de almacenamiento de agua, ya que esto repercute al organismo operador en costos de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo, que harán que los proyectos sean sustentables desde su concepción.

Estos lineamientos proporcionan al personal de los organismos operadores de agua, la información necesaria para la selección de tanques de vidrio fusionado al acero, incluyendo las generalidades, especificaciones técnicas, de materiales, de diseño, de recubrimientos, de cimentación, de piso, de techo y de accesorios.

2. OBJETIVO

El objetivo de este documento es proporcionar a los organismos operadores de agua de la República Mexicana, los lineamientos para la elaboración de proyectos de construcción de tanques de vidrio fusionado al acero para almacenamiento de agua potable y aguas residuales.

3. ALCANCE

Este documento servirá como referencia y consulta para la elaboración y ejecución de proyectos de construcción de tanques de vidrio fusionado al acero para almacenamiento de agua potable y aguas residuales.

4. GENERALIDADES

Los criterios de análisis y diseño estructural aplicables en proyectos factibles de su construcción provienen principalmente de:

Teoría e investigaciones pasadas y en proceso cuyos resultados tienen limitantes e hipótesis.

Control de calidad, materiales y recomendaciones de la industria de la construcción con normativa propia avalada por las autoridades competentes del ramo.

Usos y prácticas de construcción en la región o tipo de obra que se ejecuta.

Todo lo anterior se redacta en reglamentos y normas de construcción vigentes, los cuales:
Definen la magnitud e intensidad de las cargas estructurales que deben tomarse en cuenta.

Son de carácter obligatorio como requisitos mínimos de seguridad y servicio.

Tienen observancia general ante la autoridad competente para obras similares.

Permiten uso de otros reglamentos y documentos supletorios que sean congruentes en caso de discrepancia o datos faltantes.

En los procedimientos de análisis y ejecución se establecen las especificaciones de calidad y resistencia para los materiales a emplear en una estructura, la forma de evaluar

las cargas o acciones sobre estructuras, los métodos de análisis y diseño estructural, así como los procedimientos de fabricación, construcción, inspección y montaje de dichas estructuras.

5. MARCO NORMATIVO NACIONAL E INTERNACIONAL

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- Ley de Aguas Nacionales.
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización
- Reglamento de Construcción y Seguridad Estructural para el Estado de Oaxaca
- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, RCDF2004
- Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones del RCDF, NTCCRI
- Manual de Diseño de Obras Civiles por Sismo Comisión Federal de Electricidad, CFE93SISMO
- Manual de Diseño de Obras Civiles por Viento Comisión Federal de Electricidad, CFE93VIENTO
- Normas Técnicas complementarias para diseño por sismo del RCDF, NTCSIS
- Normas Técnicas complementarias para diseño por viento del RCDF, NTCVIE
- Normas Técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones del RCDF, NTCCIM
- Normas Técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto del RCDF, NTCEC
- Normas Técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas del RCDF, NTCEM
- Diseño Estructural de Recipientes, Comisión Nacional del Agua. DER-CNA97
- Manual de Diseño, Construcción y Operación de Tanques de Regulación para Abastecimiento de Agua Potable, Comisión Nacional del Agua. CNA2007
- Guía de Diseño de Redes de Agua Potable con uno o varios tanques y fuentes de abastecimiento, CNA2007
- MAPAS Y ANEXAS
- ANSI/AWWA D103-09 Tanques de Acero al Carbono Atornillados y Recubiertos en Fábrica para Almacenamiento de Agua. (Factory Coated Bolted Carbon Steel Tanks for Water Storage), AWWA Standard 2009.
- EN15282:2007 / ISO28765:2008, Esmaltes Vidriados y Porcelanas – Diseño de Tanques de Acero Atornillados para el almacenamiento o tratamiento de agua o efluentes municipales o industriales. (Vitrous and Porcelain Enamels – Designs of bolted steel tanks for the storage or treatment of water or municipal or industrial effluents and sludges)
- ANSI/NSF 61
- Manual de construcción de Acero del American Institute of Steel Construction, AISC13Ed
- Requisitos para el código de construcción del concreto reforzado ACI-318-05
- Manual de la Aluminum Association para el diseño de aluminio, AA-2004
- Normas NOM, NMX, ONNCCE y similares aplicables a materiales.

- NOM-007-CNA-1997, "Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua", CNA97

6. RESULTADO DE LA REVISION ESTRUCTURAL

La observancia de estos lineamientos dará como resultado que todos los proyectos de tanques de vidrio fusionado al acero para almacenamiento de agua, tengan una revisión estructural completa y así cumplir con los requisitos de sustentabilidad y lograr:

- Definición de uso e importancia de la estructura.
- Estructuración y criterios de diseño.
- Definición de los materiales y sus propiedades de resistencia y calidad.
- Análisis de cargas permanentes, variables y accidentales de acuerdo con las normas y reglamentos nacionales, municipales y supletorios.
- Análisis estructural numérico.
- Revisión del diseño de los elementos estructurales propuestos para el tanque.
- Revisión de detalles y conexiones principales.
- Revisión de especificaciones de materiales y control de calidad.

7. CLASIFICACION DE LAS ESTRUCTURAS

La sección 3.2.2 del CFE93SISMO, indica la clasificación de las construcciones desde su importancia, respecto a respuesta sísmica según destino.

GRUPO A. Estructuras que requieren un nivel de seguridad alto. Cuya falla estructural causa un número elevado de vidas o pérdidas económicas excepcionalmente altas, o que constituyan un peligro por contener sustancias tóxicas o inflamables. Se incluyen depósitos de sustancias inflamables o tóxicas y redes de abastecimiento de agua potable.

Mismo criterio explicado en el RCDF en el Art. 174, estructuras que requieren un nivel de seguridad alto, para depósitos que contengan sustancias tóxicas o explosivas. Edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como depósitos de sustancias inflamables o tóxicas y tanques elevados de agua.

Asimismo, el mismo reglamento CFE93SISMO establece en su sección 3.2.3 la clasificación de Construcciones según su estructuración, para este caso:

TIPO 5. Tanques, depósitos y similares: Tanques elevados y depósitos superficiales, o estructuras semejantes destinadas al almacenamiento de líquidos que originan importantes fuerzas hidrodinámicas sobre el recipiente.

Se concluye que para el caso de este tipo de estructura, cualquiera que sea su capacidad y la descripción de CFE93SISMO y RCDF, la clasificación de la estructura se considera como **GRUPO A TIPO 5**.

8. IMPORTANCIA DE LAS ESTRUCTURAS

Tomando como base que todos los tanques de vidrio fusionado al acero se consideran

estructuras del GRUPO A, sin importar la capacidad de almacenamiento que tengan, es necesario considerar que puede ocasionar siniestros de alta magnitud en casos de contingencia o falla, que son ocasionados generalmente por sucesos naturales, diseño o construcción inadecuados y filtraciones y fugas, por lo que estos "Lineamientos para la Construcción de Tanques de Vidrio Fusionado al Acero para Almacenamiento de Agua", complementan a la NOM-007-CNA-97 que en su objetivo establece "los requisitos de seguridad que deben cumplirse en la construcción y operación de tanques de 3,000 metros cúbicos de capacidad o mayores, que contengan agua y que se utilicen en los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento",

9. ESTRUCTURACION Y CRITERIOS DE DISEÑO

La estructuración de los tanques objeto de este estudio se divide en tres grupos que son sujetos de modelación que pueda ser analizado numéricamente.

Estructura reticular del domo de aluminio. El cual se simplifica a un modelo tridimensional de barras interconectadas entre sí, con un análisis típico por el método de rigideces estáticas.

Cilindro de placas de espesor variable para el cuerpo del tanque. El cual se simplifica a un modelo de elementos finitos lineales tipo cascarón, que recibe reacciones de la estructura del domo y su respuesta interna da los esfuerzos en el tanque y sus reacciones a la losa de cimentación.

Losa de cimentación con contratrabe e interacción con el terreno. Se simplifica también a un modelo de elementos finitos lineales tipo cascarón donde se observa su deformación interna y acción de presión al terreno, cumpliendo que no sobrepase la capacidad de carga del terreno.

Las herramientas de análisis disponibles generalmente son lineales y estáticas, con algunas opciones de realizar análisis dinámicos, o en su defecto, criterios de análisis no lineal que pueden ser analizados con criterios lineales equivalentes y también, efectos dinámicos que pueden sustituirse por criterios estáticos equivalentes.

Se utiliza el criterio de diseño, el Diseño por Esfuerzos Permisibles (ASD). El cual tiene ventaja que los análisis estáticos lineales supuestos son válidos al no sobrepasar la resistencia de los elementos estructurales ante un factor de seguridad (FS) previamente establecido.

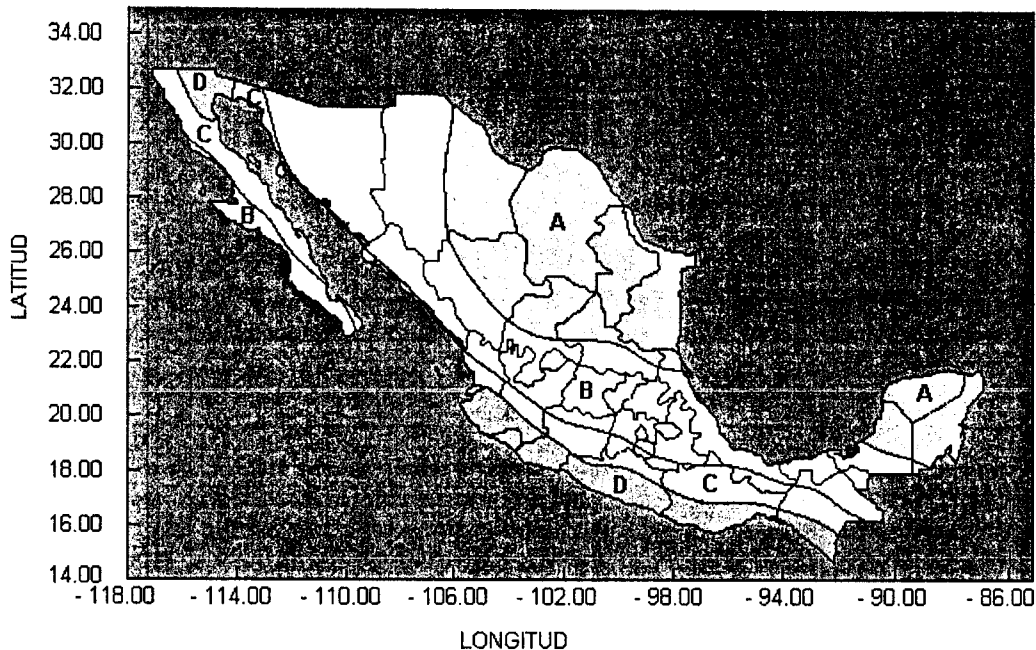
10. CARGAS A CONSIDERAR PARA LA REVISION ESTRUCTURAL

Las Normas y Reglamentos nacionales establecen que las cargas o acciones que se deben considerar para la revisión o diseño de una estructura respecto a su duración son:

Cargas Permanentes. Son las que obran de manera continua sobre la estructura y su intensidad varía muy poco con el tiempo durante la vida útil de la estructura. Las principales acciones permanentes son: carga muerta debida al peso propio de los materiales y elementos de construcción, empuje de suelo y líquidos, movimientos de apoyos.

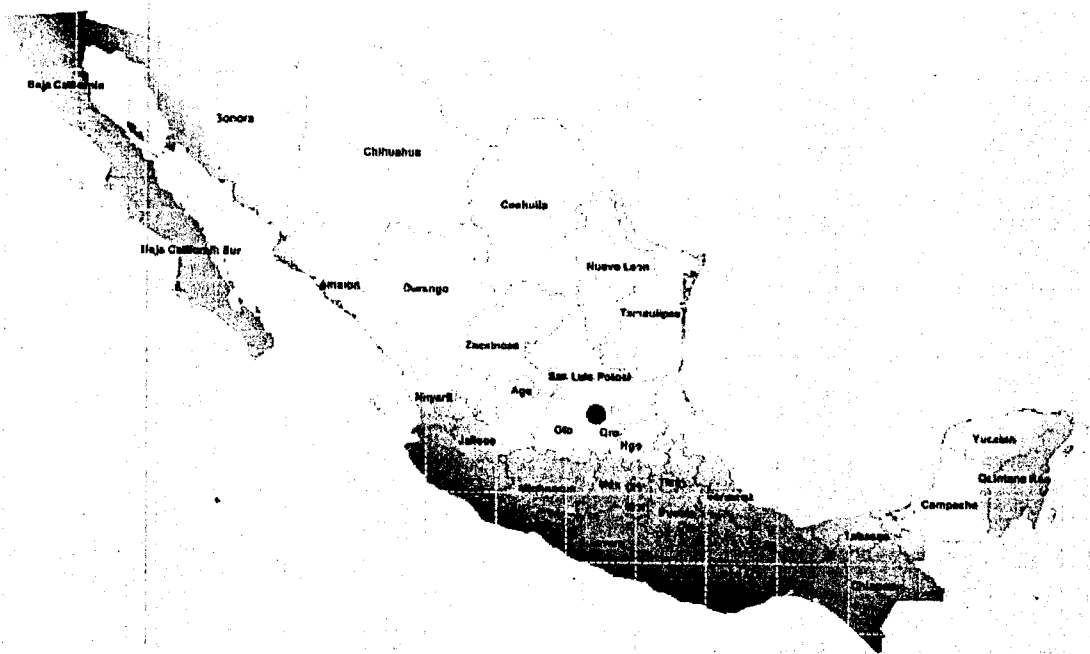
Cargas Variables. La intensidad de estas cargas varía significativamente con el tiempo. Las principales acciones variables son: carga viva, efecto de temperatura, acciones debidas a maquinaria y equipo, efectos dinámicos.

Cargas Accidentales. No se deben al funcionamiento normal de la construcción y alcanzan intensidades significativas en lapsos breves de tiempo. Pertenecen a estas acciones las fuerzas debidas a sismos, viento, explosiones, incendios y otros fenómenos que se puedan presentar en casos extraordinarios. Para el caso de ésta región según la regionalización para clasificación sísmica e intensidades de viento se presentan las siguientes figuras.



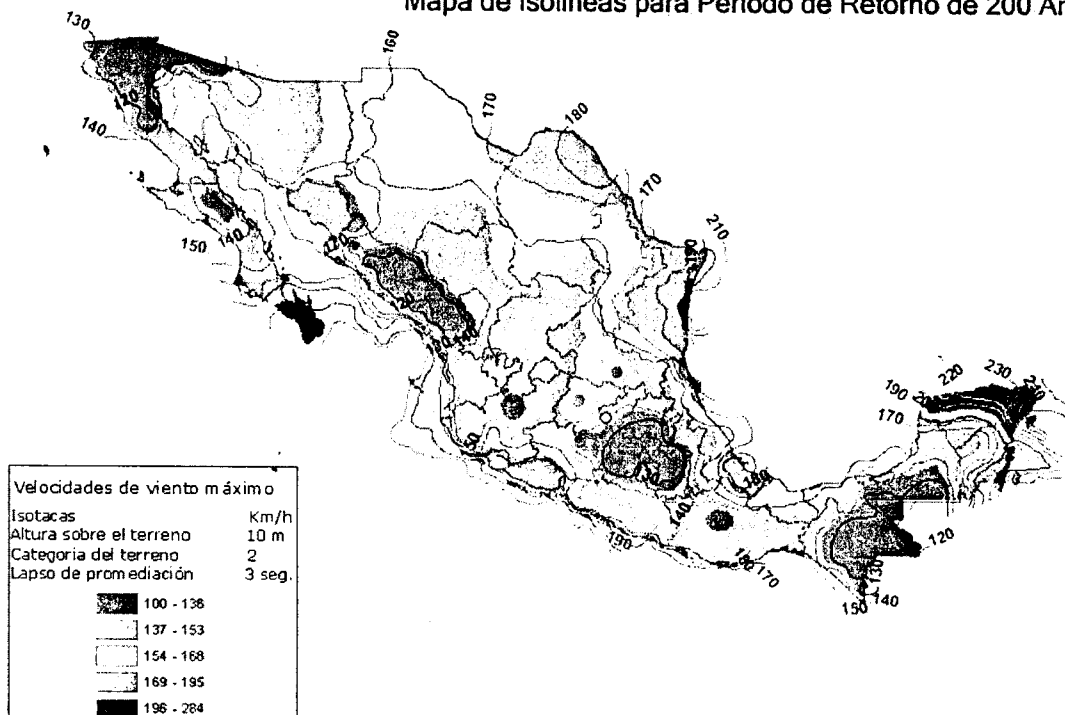
Regionalización sísmica de la República Mexicana

Según Reglamento de CFE93



Mapa de peligro sísmico para la República Mexicana, Según Reglamento de CFE2008

Mapa de Isolíneas para Periodo de Retorno de 200 Años



Mapa de Isotacas para estructuras Grupo C, CFE2008, $v=160$ km/hr

Para la evaluación de las diferentes acciones se tomarán en cuenta las recomendaciones que se indican en el Reglamento, Normas, Manuales y en general toda la información que sea conveniente para definir en manera precisa la intensidad de las cargas sobre todas la estructuras, y así adecuarlas a la zona en donde se desplantarán.

11. REGLAMENTO DE CONSTRUCCION APLICABLE

El documento que norma la construcción en general en el Estado de Oaxaca es el **"REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN Y SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA EL ESTADO DE OAXACA"**, estructurado en siete títulos que atienden desde las disposiciones generales, lo referente a los alineamientos, uso de suelo, licencias, permisos, autorizaciones, lo referente a la figura del director responsable de obra y corresponsables, el proyecto arquitectónico e instalaciones, lo relacionado a los procedimientos de construcción y las disposiciones diversas como las medidas de seguridad en las obras, lo referente a las infracciones, sanciones y revocaciones de los permisos correspondiente y el más importante para este caso, el **título quinto** que atiende a las normas de seguridad estructural de las construcciones y del cual extraemos las disposiciones que inciden directamente en la selección de la estructura a analizar para la construcción de los tanques de almacenamiento superficiales para agua potable y que a continuación mencionamos.

Así de las "Disposiciones Generales" del Título Primero del Reglamento, destaca lo enunciado en el ARTÍCULO 1º "Las disposiciones de este reglamento son de orden público e interés social y regirán en todo el estado de Oaxaca, de acuerdo a lo establecido en la Ley de Desarrollo Urbano para el mismo estado, sin perjuicio de las que expresamente se encuentran establecidas en leyes federales sobre la materia y tienen como objeto:

- I. Establecer la concurrencia de los municipios, entidades federativas y la federación para la ordenación, regularización y aplicación de las normas de seguridad estructural.
- II. Fijar las normas básicas para reducir el nivel de riesgos en toda edificación y sobre todo en las zonas de riesgo señaladas por los planes o programas de desarrollo urbano, tomando en cuenta la clasificación general del sistema de ciudades.
- III. Controlar las obras de construcción, instalaciones, modificaciones, ampliación, reparación, conservación, restauración y demolición, así como el uso de edificaciones y los usos, destinos y reservas de los predios y los centros de población del territorio del estado.
- IV. Definir los principios conforme a los cuales la federación, el estado y el municipio ejercerán sus atribuciones.

CLASIFICACION DE LA CONSTRUCCION Y PROYECTO ARQUITECTONICO:

Para definir el tipo de construcción o edificación, que nos lleve a elegir los parámetros correctos para la revisión estructural y de ahí lograr una construcción económica, estable y significativamente segura, como primer punto se deberá tomar en cuenta la disposición asentada en el

ARTICULO 48.- PROHIBICIÓN DE CONSTRUCCIÓN EN ZONAS DE RIESGO, en donde se indica que: Queda prohibido todo tipo de construcciones en zonas de riesgo definidas, tales como son: las zonas de derrumbes, zonas de ruidos, de conflagración, inundaciones, de minas, dunas y aquellas que específicamente señalen los planes de desarrollo urbano de los centros de población y otros estudios similares.

En atención al proyecto Arquitectónico, para garantizar las condiciones de habitabilidad, funcionamiento, higiene, acondicionamiento ambiental, comunicación, seguridad en emergencias, seguridad estructural, integración al contexto e imagen urbana de las

edificaciones en el municipio, los proyectos arquitectónicos correspondientes deberán cumplir con los requerimientos establecidos en el Título IV del Reglamento.

ARTÍCULO 72. GENERALIDADES. Los proyectos para las edificaciones a que se refiere este Reglamento, deberán cumplir con las disposiciones aplicables a este título. Los edificios que se proyectan para dos o más usos que regule este ordenamiento, deberán sujetarse, para cada uno de ellos, a lo que al respecto señalan los capítulos correspondientes y además el

ARTÍCULO 203.- PROYECTO ARQUITECTÓNICO. El proyecto arquitectónico de una edificación deberá permitir una estructuración eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a los efectos sísmicos. El proyecto arquitectónico de preferencia permitirá una estructuración regular que cumpla con los requisitos que se establezcan en las normas técnicas complementarias de diseño sísmico. Las construcciones que no cumplan con dichos requisitos de regularidad, se diseñarán para condiciones sísmicas más severas en la forma que se especifiquen en las normas mencionadas.

En relación a las Normas de Seguridad Estructural, TITULO QUINTO del Reglamento, se resalta lo expresado en el

ARTÍCULO 197.- GENERALIDADES "Este título contiene los requisitos que deben de cumplir las estructuras para lograr un nivel de seguridad adecuado contra fallas estructurales, así como un comportamiento estructural satisfactorio en condiciones normales de operación.

La documentación requerida del proyecto estructural deberá cumplir lo previsto en el ARTÍCULO 263 de este Reglamento. En el libro de la bitácora deberá anotarse, en lo relativo a los aspectos de seguridad estructural, la descripción de los procedimientos de edificación utilizados, las fechas de las distintas operaciones, la interpretación y la forma en que se han resuelto detalles estructurales no contemplados en el proyecto estructural, así como cualquier modificación o adecuación que resulte necesaria al contenido de los mismos. Toda modificación, adición o interpretación de los planos estructurales deberá ser aprobada por el director responsable de obra, o por el corresponsable de seguridad estructural en su caso, deberán elaborarse planos que incluyan las modificaciones significativas del proyecto estructural que se hayan aprobado y realizado.

Las disposiciones de este título se aplican tanto a las construcciones nuevas, como a las modificaciones, ampliaciones, obras de refuerzo, reparaciones y demoliciones de las estructuras tales como: casas, edificios, techumbres, naves industriales, etc. en el caso de puentes, presas, torres de comunicaciones y energía eléctrica, túneles y otras estructuras especiales; deberán regirse a las normas y reglamentaciones específicas aprobadas por las autoridades correspondientes.

Así para complementar el proyecto estructural se editarán según el ARTÍCULO 198 **NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS.** La secretaría expedirá las normas técnicas complementarias para definir los requisitos específicos de materiales y sistemas estructurales, así como los procedimientos de diseño para acciones particulares como efectos del sismo y de viento, el comité de seguridad estructural formulará las recomendaciones para la revisión periódica de dichas normas. En tanto la secretaría no expida dichas normas, lo especificado en este artículo, se regirá por las normas técnicas

complementarias del departamento del Distrito Federal o por algún otro organismo reconocido por la Secretaría.

Atendiendo a la clasificación de las construcciones, particularmente el tanque superficial de almacenamiento de agua potable se clasifica dentro del **GRUPO "A"** según el ARTÍCULO 199.- CLASIFICACIÓN DE LAS CONTRUCCIONES del Reglamento, en donde se expresa que son construcciones cuya falla estructural podrá causar la pérdida de un número elevado de vidas, pérdidas económicas, perdida cultural excepcionalmente alta, o que constituyen un peligro potencialmente significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como construcciones cuyo funcionamiento es esencial por causa de emergencia urbana como son: los hospitales y escuelas, estadios, templos, salas de espectáculos y hoteles con sala de reunión que alojen a más de 200 personas, gasolineras, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas, centrales telefónicas y de telecomunicaciones, archivos y registros públicos de particular importancia a juicio de la Secretaría, museos, monumentos, así como locales que alojen equipo especialmente costoso.

Se descarta la posibilidad de incluir a los tanques superficiales para almacenamiento de agua potable, cualquiera que sea su forma y capacidad en el **"GRUPO B"** ya que se definen como construcciones comunes destinadas a viviendas, y oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el grupo "A" subdivididas en:

1).- Subgrupo B1.- construcciones de más de 60 m. de altura total o más de 1000 m2 de obra construida ubicada en terrenos tipo I, II, III, en zona sismicidad y en terreno tipo II y III en la zona sísmica C. Construcciones de más de 15.0 m. de altura total o más de 3000 m2 de área construida total, ubicados en terrenos tipo 1 en la zona sísmica C. y en el terreno tipo II y III en la zona sísmica B.

Construcciones de más de 30.0 m. de altura total o más de 6000 m2 de área construida total, ubicadas en terreno tipo 1 en la zona sísmica. B. En los dos últimos casos las áreas se refieren a un solo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo (acceso y escaleras), incluyen las áreas de anexos como pueden ser los propios cuerpos de escaleras, el área de un cuerpo que no cuenten con medios propios de desalojo, se adicionará a la de aquel otro a través del cual se desaloje. Además templos, salas de espectáculos y edificios que tengan salas de reunión que puedan alojar más de doscientas personas.

2).-Subgrupo B2.- las demás de este grupo.

Se deberá indicar la clasificación del edificio tanto en la placa que se coloca en el inmueble, como en los planos arquitectónicos y estructurales. Los edificios diseñados y construidos dentro del grupo "B" no podrán modificar su uso o destino al grupo "A" a menos que se lleve a cabo una revisión arquitectónica y estructural y se realicen las modificaciones requeridas, necesitando, además contar con la autorización de los directores responsables y los corresponsables.

GRUPO C.- Construcciones cuya falla por sismo implicará un costo pequeño y no puede normalmente causar daños a construcciones de los dos primeros grupos, se incluyen en el presente grupo: bardas con altura no mayor de 2.5 m. y bodegas provisionales para la construcción de obras pequeñas.

Como complemento de la información anterior se menciona en el ARTÍCULO 200.- CLASIFICACIÓN DE LAS ZONAS EN EL ESTADO SEGÚN TIPO DE SUELO del Reglamento: para fines de estas disposiciones el estado se considera dividido en las zonas I, a III, dependiendo del tipo de suelo.

Las características de cada zona y los procedimientos para definir la zona que corresponde a cada predio se fijan en el capítulo VI DISEÑO POR SISMO, del TÍTULO QUINTO de este Reglamento, así tomando en cuenta las consideraciones anteriores se tiene que de acuerdo al

ARTÍCULO 236.- COEFICIENTE SÍSMICO. El coeficiente sísmico "C", es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la construcción por efecto del sismo, entre el peso de esta sobre dicho nivel. Con este fin se tomará como base de la estructura, el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos. Para calcular el peso total se tendrán en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan según los capítulos IV y V de este título. Mientras que no se expidan las normas técnicas, complementarias a este reglamento, el coeficiente sísmico para las construcciones clasificadas como del grupo "B". Se tomará del manual de diseño de obras civiles, diseño por sismo, de la Comisión Federal de Electricidad (1993) mismos que se señalan en la siguiente tabla:

Zona Sísmica	tipo de suelo	coeficiente sísmico C.
B	I	0.14
	II	0.30
	III	0.36
C	I	0.36
	II	0.64
	III	0.64
D	I	0.50
	II	0.86
	III	0.86

A menos que se emplee el método simplificativo de análisis, en cuyo caso se aplicarán los coeficientes que fijan las normas técnicas complementarias, y a excepción de las zonas especiales en las que dichas normas especifiquen otros valores de "C". Para las estructuras del grupo "A" se incrementará EL COEFICIENTE SÍSMICO EN 50%.

Es importante señalar que en el Estado de Oaxaca algunos municipios se clasifican dentro de la zona sísmica C y otros se clasifican dentro de la zona sísmica D, por lo que se deberá identificar la zona sísmica para desarrollar el proyecto estructural que cumpla con las especificaciones de cada caso.

En relación a los Criterios de Diseño Estructural, es importante atender a lo que indica el ARTÍCULO 209.- REQUISITOS BÁSICOS DE DISEÑO: toda estructura así como cada uno de sus componentes deberán diseñarse para cumplir los siguientes requisitos básicos.

I.- Reunir los criterios de seguridad adecuada, contra la aparición de todo **estado límite de falla** posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables, que puedan presentarse durante el periodo de vida proyectada y,

II.- No rebasar ningún **estado límite de servicio**, ante la combinación de acciones bajo condiciones normales de operación. El cumplimiento de estos requisitos se comprobará con los procedimientos establecidos en este capítulo.

Dicho lo anterior, se considerará como estado límite de servicio lo descrito en el ARTÍCULO 210.- ESTADO LIMITE DE SERVICIO del Reglamento: Se considera como estado límite de servicio, la ocurrencia de deformaciones, agrietamientos, vibraciones o daños que se afecten el correcto funcionamiento de la construcción, pero que no impacten negativamente su capacidad para soportar cargas, y el ARTÍCULO 211.- ESTADO LÍMITE DE FALLA: Se considera como estado límite de falla cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o cualquiera de sus componentes incluida la cimentación o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente la resistencia de la estructura ante aplicaciones adicionales de carga. Las normas técnicas complementarias establecerán los estados límites de falla más importantes para cada material y tipo de estructura.

Para lograr el objetivo descrito en los ARTICULOS 210 y 211 de este Reglamento, se tomarán en cuenta lo expresado en el ARTÍCULO 212.- DISPOSICIONES PARA EL DISEÑO DE ESTRUCTURAS: En el diseño de toda estructura deberá tomarse en cuenta los efectos de las cargas muertas, de las cargas vivas, del sismo y del viento, cuando este último sea significativo. Las intensidades de estas acciones que deben considerarse en el diseño y la forma en que deben calcularse los efectos se especifican en los capítulos IV, V, VI y VII de este título. La manera en que deben combinarse sus efectos se establece en los ARTICULOS 218 y 223 de este reglamento. Cuando sean significativos, deberán tomarse en cuenta los efectos producidos por otras acciones como los empujes de tierras y líquidos, los cambios de temperatura, las contracciones de los materiales, los hundimientos de los apoyos y las solicitaciones originadas por el funcionamiento de maquinaria y equipo que no estén tomadas en cuenta en las cargas, especificadas en el capítulo y de este título para diferentes destinos de las edificaciones. Las intensidades de estas acciones que deben considerarse para el diseño, la forma en que deben integrarse a las distintas combinaciones de acciones y la manera de analizar sus efectos en las estructuras se apegarán a los criterios generales establecidos en este capítulo.

Se considerarán tres categorías de acciones, de acuerdo al

ARTÍCULO 213.- CLASIFICACIÓN DE LAS CATEGORIAS DE ACCIONES. Se consideran tres categorías de acciones de acuerdo con la duración en que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima: cargas firmantes, cargas variables y cargas accidentales.

ARTÍCULO 214.- LAS CARGAS FIRMANTES Son aquellas que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varia poco con el tiempo, las principales son: la carga muerta, el empuje estático de tierras y líquidos y la deformación y desplazamiento impuestos a la estructura como los debidos a preesfuerzos o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos.

ARTÍCULO 215.- LAS CARGAS VARIABLES. Son aquellas que obran sobre la estructura con intensidad que varía significativamente con el tiempo, las principales acciones que entran en esta categoría son: la carga viva, el efecto de la temperatura, la deformación impuesta, los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo; y las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos que puedan presentarse debido a vibraciones, impacto y frenaje.

ARTÍCULO 216.- LAS CARGAS ACCIDENTALES. Son aquellas no causadas por el funcionamiento normal de la construcción y que alcanzan intensidades significativas pero solo durante lapsos breves, estas son: la acción sísmica, el efecto del viento, el efecto de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios, es necesario prever y tomar precauciones sobre la estructuración y los detalles constructivos, para evitar un comportamiento catastrófico y que su estructura soporte sin mayor alteración permanente la acción de cualquiera de estas acciones.

ARTÍCULO 217.- INTENSIDAD DE CARGAS NO CONTEMPLADAS EN ESTE REGLAMENTO

Cuando deba considerarse en el diseño el efecto de cargas cuyas intensidades no estén especificadas en este Reglamento ni en sus Normas Técnicas Complementarias, estas intensidades deberán establecerse siguiendo procedimientos aprobados por la secretaría y con base en los criterios generales siguientes:

I.- Para acciones permanentes se tomará en cuenta la variabilidad de las dimensiones de los elementos, de los pesos volumétricos y de las otras propiedades relevantes de los materiales, para determinar un valor máximo probable de la intensidad. Cuando el efecto de la acción permanente sea favorable, a la estabilidad de la estructura, se determinará un valor mínimo probable de la intensidad;

II.- Para acciones variables se determinarán las intensidades siguientes que correspondan a las combinaciones de acciones para las que deba revisarse la estructura:

a).- La intensidad máxima se determinará como el valor máximo probable durante la vida esperada de la construcción. Se empleará para combinación con los efectos de acciones permanentes.

b).- La intensidad instantánea se determinará como el valor máximo probable en el lapso en el que pueda presentarse una acción accidental, como el sismo, y se empleará para combinaciones que incluyan acciones accidentales o más de una acción variable;

c).- La intensidad media se estimará como el valor medio que puede tomar la acción en un lapso de varios años y se empleará para estimar efectos a largo plazo y

d).- La intensidad mínima, se empleará cuando el efecto de la acción sea favorable a la estabilidad de la estructura y se tomará en general, igual a cero,

III.- Para las acciones accidentales se considerará como intensidad de diseño el valor que corresponde a un periodo de recurrencia de cincuenta años. Las intensidades supuestas para las acciones no especificadas deberán justificarse en la mejoría de cálculo y consignarse en los planos estructurales.

Consideración obligada para el diseño estructural seguro es lo que se menciona en el CAPITULO IX "CIMENTACIONES" en el

ARTÍCULO 250.- ALCANCES. En este capítulo se disponen los requisitos mínimos para el diseño y construcción de cimentaciones. Los requisitos adicionales relativos a los métodos de diseño y construcción y a ciertos tipos específicos de cimentación, se fijarán en las Normas Técnicas Complementarias de este reglamento.

ARTÍCULO 251.- OBLIGACIÓN DE CIMENTAR Y DISPOSICIONES GENERALES. Toda construcción se soportará por medio de una cimentación apropiada, cuya selección

dependerá del grupo de estructura a desplantar y de la naturaleza del suelo de base. Las construcciones no podrán en ningún caso desplantarse sobre tierra vegetal, suelos o rellenos sueltos o deshechos, o arcillas expansivas que puedan dañar a la estructura; solo será aceptable cimentar sobre terreno natural competente o rellenos artificiales que no incluyan materiales degradables y hayan sido adecuadamente compactados presentando los resultados del estudio de mecánica de suelos y sus pruebas correspondientes. El suelo de cimentación deberá protegerse contra deterioro por intemperismo, arrastre por flujo de aguas superficiales o subterráneas y secado local por la operación de calderas o equipos similares.

Para la determinación del tipo de suelo y su determinación en "situ" se establece en:

ARTÍCULO 252.- TIPOS DE TERRENO de acuerdo al Reglamento: Para fines de este título se adoptará la clasificación para fines de diseño por sismo, los tres tipos de terreno con las siguientes características generales:

TIPO I.- Terrenos formados por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. en esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas o de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena.

TIPO II.- Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m. de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limo arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de estas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros, y

TIPO III.- Lacustre, integrado por potentes depósitos de arcilla altamente comprensible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales, el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m.

La zona a que corresponda un predio se determinará a partir de las investigaciones que se realicen en el subsuelo del predio objeto de estudio, tal como lo establecen las Normas Técnicas Complementarias. Es probable que sea necesario hacer otro tipo de clasificación de suelos que existan en el estado tales como: arcillas expansivas, suelos colapsables, depósitos de arena en estado suelto etc. que puedan presentar problemas peculiares de cimentación, sin embargo, esto se determinará de acuerdo con la investigación del subsuelo y de esta manera se podrá definir su inclusión en alguno de los tres tipos mencionados anteriormente o se tratarán como casos especiales que nos indicarán las Normas Técnicas Complementarias. En caso de construcciones ligeras o medianas, cuyas características se definan en dichas normas, podrá determinarse la zona mediante el mapa incluido en las mismas. Si el predio esta dentro de la porción zonificada; los predios ubicados a menos de 200 m. de las fronteras entre dos de las zonas antes descritas se supondrán ubicados en la más desfavorable.

Atendiendo a la determinación del tipo de suelo en "situ" y su obligatoriedad nos referimos al **ARTÍCULO 253.- ESTUDIOS DEL SUBSUELO.-** la investigación del subsuelo del sitio mediante exploración del campo y pruebas de laboratorio, deberá ser suficiente para definir de forma confiable los parámetros de diseño de la cimentación, la variación de los

mismos en la planta del predio y los procedimientos de construcción y deberán de registrarse a lo definido en las normas técnicas complementarias de este reglamento. En el caso de las edificaciones que se incluyen dentro del subgrupo B-2 será suficiente verificar el desplante de la cimentación de acuerdo a la zonificación geotécnica comprendida en las normas técnicas complementarias, siendo obligatoria la corroboración de las condiciones del subsuelo al inicio de la excavación. Además la investigación deberá ser tal que permita definir:

I.- En el terreno tipo I a que se refiere el artículo 252 del Reglamento, si existen en los predios de interés, materiales sueltos superficiales, grietas, oquedades naturales o galerías de minas y en caso afirmativo su apropiado tratamiento y

II.- En los terrenos tipo II y III del artículo mencionado en la fracción anterior, la existencia de restos arqueológicos, cimentaciones antiguas, grietas variaciones fuertes de estratigrafía, historia de carga del predio o cualquier otro factor que pueda originar asentamientos diferenciales de importancia, de modo que todo ello pueda tomarse en cuenta en el diseño.

Aspecto importante para lograr un adecuado seguimiento de las obras son los planos, detalles y especificaciones impresas, como se enuncia en el ARTÍCULO 271.- DISPOSICIONES GENERALES. Deberá conservarse en la obra de construcción una copia de los planos registrados y la licencia de construcción durante la ejecución de estas y estar a disposición de los supervisores del ayuntamiento o de la secretaría. Durante la ejecución de una obra deberán tomarse las medidas necesarias para no alterar el comportamiento ni el funcionamiento de las construcciones e instalaciones en predios colindantes en la vía pública. Deberán observarse además las disposiciones establecidas por los reglamentos para la protección del ambiente contra la contaminación originada por la emisión de ruido y para la prevención y control de la contaminación atmosférica originada por la emisión de humos y polvos.

Concepto importante es la calidad de los materiales a utilizar, como lo indica el ARTÍCULO 280.- DISPOSICIONES GENERALES. Los materiales empleados en la construcción deberán cumplir con las siguientes disposiciones.

I.- La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, serán las que señalen en las especificaciones de diseño y de los planos constructivos registrados y deberán satisfacer las normas técnicas complementarias de este reglamento y las normas de calidad establecidas por la secretaría de comercio y fomento industrial.

II.- Cuando se proyecte utilizar en una construcción algún material nuevo, del cual no existan normas técnicas complementarias o normas de calidad de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, el director responsable de la obra deberá solicitar la aprobación previa del Ayuntamiento o la Secretaría para lo cual presentará los resultados de las pruebas de verificación de calidad de dicho material.

ARTÍCULO 281°.- ALMACENAMIENTO. Los materiales de construcción deberán ser almacenados en las obras de tal manera que se evite su deterioro o la intrusión de materiales extraños.

ARTÍCULO 282° PRUEBAS DE VERIFICACIÓN DE CALIDAD. Deberán realizarse las pruebas de verificación de calidad de los materiales que señalan las normas oficiales correspondientes a las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento. En caso

de duda el Ayuntamiento o la Secretaría podrán exigir los muestreos y las pruebas necesarias para verificar la calidad y resistencia especificadas de los materiales, aun en las obras terminadas. El muestreo deberá efectuarse siguiendo métodos estadísticos que aseguren en el conjunto de muestras sea representativo en toda la obra. El Ayuntamiento o la Secretaría llevarán un registro de los laboratorios o empresas, que a su juicio puedan realizar estas pruebas.

Concluimos de lo anterior expuesto que se establece la obligatoriedad de la revisión y diseño bajo las normas que se determinan hasta este momento para todo tipo de construcciones, haciendo especial señalamiento en los tanques de almacenamiento de agua potable, sin importar su capacidad. Así se obtendrán construcciones más seguras evitando que se llegue en un corto tiempo a un agotamiento definitivo de la capacidad de carga de la estructura o de cualquiera de sus componentes incluyendo la cimentación.

Otras consideraciones:

A) Especial atención se deberá tener en las consecuencias reales que los empujes de líquidos en paredes de depósitos de cualquier capacidad, que están a superficie libre pudieran presentarse.

B) Con respecto al tema de seguridad, las construcciones que resulten de la revisión estructural adecuada, en este caso atendiendo a los tanques superficiales de almacenamiento de agua potable cualquiera que sea su forma y capacidad, contribuyen a la actividad propia del órgano estatal encargado de la seguridad de los ciudadanos y las acciones que se desprenden de la LEY DE PROTECCION CIVIL PARA EL ESTADO DE OAXACA en el que se destacan los puntos siguientes:

ARTÍCULO 1. Las disposiciones de la presente ley, son de orden público y de interés general y tienen por objeto establecer en el estado de Oaxaca:

- I. Las normas, criterios y principios básicos, a que se sujetaran los programas, políticas y acciones de protección civil;
- II. Las bases para la prevención, mitigación, auxilio, y recuperación, ante la presencia de un fenómeno perturbador de origen natural o humano;
- III. Los mecanismos para implementar las acciones de prevención, auxilio y recuperación para la salvaguarda de las personas, sus bienes, el entorno y el funcionamiento de los servicios vitales y sistemas estratégicos, en los casos de emergencia y desastre;
- IV. Las bases de integración y funcionamiento del sistema estatal y municipal de protección civil; y
- V. Las normas y principios para fomentar la cultura de la protección civil y de la autoprotección de sus habitantes.

ARTICULO 2. La aplicación de la presente Ley, corresponde a las autoridades estatales y municipales en el ámbito de su respectiva competencia

ARTICULO 3. Las actividades y programas de protección civil son de carácter obligatorio para autoridades estatales y municipales, organizaciones, dependencias e instituciones estatales del sector público, privado, social y en general para los habitantes del estado de Oaxaca y en los términos de las normas federales aplicables, para los servidores de la Administración Publica Federal radicados en el estado

12. TANQUES DE VIDRIO FUSIONADO AL ACERO

Con respecto a la construcción de tanques de almacenamiento de agua potable, se realizó una evaluación para seleccionar el tipo de tanque que sea más conveniente para el SISTEMA OPERADOR, tomando en cuenta sistemas tradicionales de concreto, acero galvanizado, acero con recubrimiento epóxico, fibra de vidrio y vidrio fusionado al acero.

La evaluación se realizó tomando en cuenta los siguientes criterios de rendimiento: rango soportado de PH, resistencia a los compuestos químicos, resistencia a la corrosión, permeabilidad, resistencia a los rayos UV, resistencia estructural, imagen, factor costo vs. tiempo de construcción, cumplimiento de normas nacionales e internacionales, precio y mantenimiento.

Los factores de calidad que determinaron la selección de los tanques de vidrio fusionado al acero son las siguientes:

El rango soportado de PH de los tanques de vidrio fusionado al acero es de 2 a 11.

La resistencia a los compuestos químicos de los tanques de vidrio fusionado al acero es excelente, llevando una gran ventaja con el techo en aluminio que no sufre daño por causas del gas cloro.

La resistencia a la corrosión de los tanques de vidrio fusionado al acero es excelente.

El resultado en permeabilidad de los tanques de vidrio fusionado al acero es sin pérdida, no presentan problemas de fugas.

La resistencia a los rayos UV de los tanques de vidrio fusionado al acero es excelente.

La resistencia estructural de los tanques de vidrio fusionado al acero es excelente.

En el factor costo contra tiempo de construcción, los tanques de vidrio fusionado al acero no tienen comparación, siendo el único sistema que obtiene calificación de excelente, el concreto, el acero galvanizado, el acero con recubrimiento epóxico y la fibra de vidrio obtienen calificación de aceptable.

Con respecto al cumplimiento de normas nacionales e internacionales, los tanques de vidrio fusionado al acero están diseñados y contruidos cumpliendo con las especificaciones de todos los reglamentos y normas de construcción aplicables en la República Mexicana y las normas internacionales que regulan los tanques de vidrio fusionado al acero, analizados en el apartado 6 de este documento.

El factor precio es sumamente importante en la evaluación de todos los sistemas de almacenamiento, en este rubro los tanques de vidrio fusionado al acero y el concreto van a la par en costo por metro cúbico instalado, mientras que el acero galvanizado, el acero con recubrimiento epóxico y la fibra de vidrio tienen costos más elevados.

Con respecto al costo y tiempo de mantenimiento, los tanques de vidrio fusionado al acero llevan una gran ventaja, el mantenimiento necesario es muy bajo y en periodos de tiempo muy prolongados, para el concreto es aceptable, para acero galvanizado es bajo, para acero con recubrimiento epóxico es bueno, para fibra de vidrio es bueno. A largo plazo,

los tanques de vidrio fusionado al acero resultan la mejor opción con respecto a sistemas tradicionales de almacenamiento, por los ahorros generados en mantenimiento y que representan el mejor resultado en costo beneficio para el SISTEMA OPERADOR.

13. ESPECIFICACIONES TECNICAS

TANQUES EMPERNADOS DE VIDRIO FUSIONADO AL ACERO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

Cumpliendo con todo el marco normativo nacional e internacional aplicable para tanques de vidrio fusionado al acero, el SISTEMA OPERADOR, presenta las siguientes especificaciones técnicas para tanques empernados de vidrio fusionado al acero para almacenamiento de agua potable:

1.0 GENERALIDADES

Todos los licitantes interesados deberán cumplir con los requisitos establecidos en la convocatoria, bases de licitación, Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y/o Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público en sus versiones federal o estatal, dependiendo el caso.

1.1 Alcance de la Obra

1.1.1 Suministro y construcción de un tanque empernado de vidrio fusionado al acero para almacenamiento de agua potable, mediante el proceso de recubrimiento de tres capas y una fusión, de acuerdo a las especificaciones técnicas y de calidad solicitadas por el SISTEMA OPERADOR. El suministro debe incluir la estructura del tanque, el techo geodésico y los accesorios del tanque según se especifica en este anexo. El techo del tanque debe ser de tipo cúpula, geodésico, fabricado totalmente en aluminio.

1.1.2 La construcción de la obra complementaria.

1.2 Requisitos adicionales que deben cumplir los licitantes.

Los licitantes deberán incluir en su propuesta técnica y económica lo siguiente:

1.2.1 El licitante deberá comprobar mediante certificado expedido por el fabricante del tanque y apostillado en el país de origen del fabricante del tanque, que es un experto calificado en el diseño, suministro y la construcción de tanques empernados de vidrio fusionado al acero y deberá comprobar que usará sistema de gatos para el montaje de los tanques.

1.2.2 Adicionalmente, deberá presentar referencias de contratos anteriores con información de contacto.

1.2.3 El licitante también deberá presentar currículum avalando la experiencia y capacidad técnica en la instalación de tanques empernados de vidrio fusionado al acero, anexando certificados de capacitación de su personal

técnico, expedidos por el fabricante del tanque y apostillados en el país de origen del fabricante del tanque con una antigüedad no mayor a un año. Los licitantes que no cumplan con los requisitos de experiencia y capacidad técnica no serán tomados en consideración.

- 1.2.4 El licitante deberá presentar escrito original emitido por el fabricante del tanque, apostillado por la autoridad competente del país de origen del fabricante del tanque, comprometiéndose a lo siguiente:
- a) Garantizar que la fusión del vidrio al acero es el resultado de la técnica de manufactura de tres capas internas y una fusión en horno y que las superficies interiores y exteriores no se corroerán durante un periodo de cinco (5) años.
 - b) Garantizar que los bordes de las láminas que componen el tanque serán redondeados mecánicamente y revestidos en fábrica con un recubrimiento de acero inoxidable aplicado termalmente antes de aplicarle la fusión del vidrio al acero. La fusión del vidrio al acero será similar al aplicado sobre la superficie interior y exterior de las láminas. El recubrimiento de los bordes de las láminas con cualquier tipo de sellador en sustitución del recubrimiento de los bordes de las láminas con acero inoxidable no será aceptado.
 - c) Garantizar que las láminas que componen el tanque contienen un recubrimiento final blanco de Dióxido de Titanio. El componente natural mínimo de Dióxido de Titanio existente en vidrio no cumple como sustituto.
 - d) Comprometerse a cumplir al 100% con la calidad de los materiales y los tiempos de entrega conforme al calendario de la licitación.
 - e) Establecer que el licitante es su representante en el territorio donde se realiza la licitación y avala a su personal técnico en la ejecución de proyectos de este tipo.
 - f) Cualquier procedimiento diferente a los enunciados del inciso a) al e) deberá garantizar la misma calidad y el licitante deberá anexar la ficha técnica para su evaluación.
- 1.2.5 El licitante presentará escrito en formato libre indicando los datos para contacto de la persona que firma los documentos originales del fabricante. El SISTEMA OPERADOR verificará la autenticidad de los documentos arriba enunciados.
- 1.2.6 El licitante presentará escrito en formato libre y bajo protesta de decir verdad en el que manifiesten que no han tenido problemas en la entrega u operación de equipos suministrados en contratos anteriores en los últimos 24 meses.
- 1.2.7 EL LICITANTE DEBERA SER ESPECIALISTA EN EL DISEÑO, SUMINISTRO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE VIDRIO FUSIONADO AL ACERO POR UN PERIODO DE TIEMPO MÍNIMO DE UN (1) AÑO. EL LICITANTE COMPROBARA QUE ES CONCESIONARIO EXCLUSIVO EN MÉXICO DEL MANUFACTURADOR DEL MATERIAL DEL TANQUE CON UNA ANTIGÜEDAD MÍNIMA DE UN (1) AÑO.

1.2.8 Los licitantes participantes deberán presentar en su propuesta la siguiente información:

- Catálogo de conceptos de acuerdo a las especificaciones de esta licitación.
- El programa de obra y el procedimiento constructivo de montaje del tanque.

1.2.9 La selección del tanque empernado de vidrio fusionado al acero que es manufacturado en fábrica, obedece a los criterios de diseño, métodos de construcción especificados y al revestimiento que proporcione la resistencia óptima a la corrosión interna y externa a la cual el tanque estará sometido. No se admitirán variaciones en los detalles especificados de diseño, construcción o revestimiento.

1.2.10 El licitante deberá ofrecer un tanque nuevo, manufacturado por un fabricante especializado en el diseño, fabricación y construcción de sistemas de tanques de vidrio fusionado al acero y techos geodésicos de aluminio. El fabricante deberá ser propietario y operador de su propia planta de producción y con la capacidad de aplicar la fusión del vidrio al acero únicamente en su planta de fabricación.

1.2.11 El SISTEMA OPERADOR exige un cumplimiento estricto a las normas de diseño, de fabricación, calidad del producto y de vida útil a largo plazo como se establece en estas especificaciones.

1.2.12 El licitante deberá integrar y presentar para la consideración de el SISTEMA OPERADOR lo siguiente:

1. Planos de la estructura del tanque, del techo geodésico, de los accesorios, dibujos de taller y manufactura. No se aceptarán planos típicos.
2. Planos de la losa de cimentación incluyendo el proceso constructivo, detalles estructurales y anclaje del tanque. No se aceptarán planos típicos. No se aceptarán procesos destructivos a la losa de cimentación para el anclaje del tanque.
3. Lista de materiales que conforman el tanque, techo geodésico y accesorios.
4. Especificaciones del material del tanque, techo geodésico y accesorios.

1.3 Planos y Especificaciones Incluidos en el Paquete de la Oferta

1.3.1 El suministro se ajustará a lo señalado en la descripción del catálogo de conceptos donde se indican las dimensiones generales y los detalles de suministro.

1.3.2 Se requiere que el licitante presente para aprobación de el SISTEMA OPERADOR y como parte de su propuesta, planos de manufactura y taller. Estos deben incluir los cálculos estructurales del tanque, techo geodésico y losa de cimentación, así como la lista de componentes del tanque. No se aceptarán planos típicos. El licitante deberá presentar la homologación de los cálculos estructurales por un perito mexicano en estructuras, de acuerdo a las normas y reglamentos de construcción y calidad que rigen en la República Mexicana y el Estado de Oaxaca.

- 1.3.3 Los dos juegos de estos planos e información del paquete de la oferta serán devueltos al licitante ganador con el sello "APROBADOS PARA SUMINISTRO Y CONSTRUCCION" y serán estos planos los que regirán los trabajos desde el momento de la formalización del contrato hasta el cumplimiento total del mismo. La aprobación por parte de el SISTEMA OPERADOR sólo estará relacionada con el cumplimiento general de dichos planos y especificaciones de la licitación; en el entendido que, las dimensiones detalladas y cantidades son de la estricta responsabilidad del licitante.

2.0 CRITERIOS DE DISEÑO

Los reglamentos de construcción aplicables en el Estado de Oaxaca son:

Reglamento de Construcción y Seguridad Estructural para el Estado de Oaxaca.
CFE2008 Sismo: Manual de diseño de Obras Civiles, Capítulo de diseño por sismo de Comisión Federal de Electricidad, Edición 2004
CFE2008 Viento: Manual de diseño de Obras Civiles, Capítulo de diseño por viento de Comisión Federal de Electricidad, Versión 2004
RCDF2004: Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Reglamentos complementarios

NTCDDF = Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, 2004
NOM-007-CNA-1997, "Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua", CNA97
DER-CNA97.- Diseño estructural de recipientes, Comisión Nacional del Agua.

2.1 Tamaño del Tanque

- 2.1.1 El tanque empernado de vidrio fusionado al acero tendrá las siguientes dimensiones:
El diámetro nominal del tanque no será mayor de 9.50 metros, y cumplirá con la capacidad de almacenamiento requerida en el punto 2.2.1 de estas especificaciones y techo geodésico de aluminio.

2.2 Capacidad del Tanque

- 2.2.1 El tanque tendrá la siguiente capacidad de almacenamiento:
Un tanque de 300 metros cúbicos de capacidad nominal.

2.3 Elevación sobre el Nivel del Suelo

- 2.3.1 El nivel de piso del tanque será a designado por el SISTEMA OPERADOR.

2.4 Normas de Diseño del Tanque

- 2.4.1 Los materiales, el diseño y la fabricación del tanque se ajustarán a la norma de la American Water Works Association (AWWA) para Tanques

empernados de acero con revestimiento de fábrica para almacenamiento de agua potable - ANSI/AWWA D103 última revisión.

- 2.4.2 El sistema de fusión del vidrio al acero del tanque se ajustará únicamente a la norma ANSI/AWWA D103 última revisión.
- 2.4.3 El techo del tanque se ajustará únicamente con la norma ANSI/AWWA D103 última revisión.
- 2.4.4 El sistema de tanque empernado deberá estar certificado y listado por el Instituto Nacional de Sanidad (NSF), indicando que cumple la norma No. 61 de aditivos de la ANSI/NSF. La certificación del tipo de revestimiento no se aceptará en lugar de la certificación del sistema del tanque.

2.5 Parámetros de diseño / Cargas de Diseño

- 2.5.1 Gravedad específica: 1.0 (Cap. mínima. de diseño será 1,0)
- 2.5.2 Velocidad del viento: 160 km/h
- 2.5.3 Resistencia portante mínima del suelo: 1.5 Kg/cm² (Capacidad portante según mecánica de suelos)
- 2.5.4 Grupo de la estructura: Grupo A (CFE93)
- 2.5.5 Tipo de la estructura: Tipo 1 (Viento CFE93), Tipo 5 (Sismo CFE93)
- 2.5.6 Zona sísmica de terremotos: Zona Sísmica C (CFE93)

3.0 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

3.1 Láminas del Tanque

- 3.1.1 Las láminas usadas para la fabricación del cuerpo y techo del tanque deberán cumplir con la norma ANSI/AWWA D103, última revisión.
- 3.1.2 Los requisitos de diseño para el acero de resistencia ligera serán de grado 30 según la norma ASTM A570 con una resistencia a la tracción máxima permisible de 100.430 kPa (14.566 lb/pulg²).
- 3.1.3 Los requisitos de diseño para el acero de resistencia alta serán de grado 50 según la norma ASTM A607 con una resistencia a la tracción máxima permisible de 179.300 kPa (26.000 lb/pulg²).
- 3.1.4 El efecto creado por el proceso de fusión del revestimiento de vidrio se tomará en cuenta al determinar la resistencia final del acero. En ningún caso se usará un límite elástico mayor que 345.000 kPa (50.000 lb/pulg²) en los cálculos detallados en las secciones 5.4 y 5.5 de la norma ANSI/AWWA D103 última revisión.

- 3.1.5 Cuando se utilicen láminas con múltiples líneas verticales de pernos fabricadas de acero grado 50 según la norma ASTM A607, la superficie neta de la sección no será mayor que el 85% de la superficie bruta.
- 3.1.6 La fusión del vidrio al acero se realizara mediante la técnica de tres capas y una fusión (3C1F) o similar.
- 3.1.7 Los bordes de las láminas que componen el tanque, serán redondeados mecánicamente y revestidos con un recubrimiento de acero inoxidable aplicado termalmente antes de aplicarle la fusión del vidrio al acero. La fusión del vidrio al acero será similar al aplicado sobre la superficie de la lámina. Procedimientos diferentes al enunciado deberán garantizar la misma calidad y el licitante deberá anexar la ficha técnica del recubrimiento de los bordes propuesto, para su evaluación.

3.2 Formas Estructurales de Acero Laminado

- 3.2.1 Los materiales cumplirán con las normas mínimas de ASTM A36 ó AISI 1010.

3.3 Refuerzos Horizontales contra el Viento

- 3.3.1 El diseño de los refuerzos horizontales contra el viento será del tipo "armadura nervada" con cola extendida para crear capas múltiples de refuerzos permitiendo la transferencia de la carga impuesta por el viento alrededor del tanque.
- 3.3.2 Los refuerzos de armadura nervada se fabricarán de acero con revestimiento por baño caliente galvanizado.
- 3.3.3 No se permitirá el uso de refuerzos angulares de acero laminado como refuerzos intermedios. Procedimientos diferentes al enunciado deberán garantizar la misma calidad y el licitante deberá anexar la ficha técnica de los refuerzos propuestos, para su evaluación.

3.4 Pernos Sujetadores

- 3.4.1 Los pernos usados en las juntas traslapadas del tanque serán de roscas laminadas de 1/2 pulg-13 UNC-2A y cumplirán con las disposiciones de la norma ANSI/AWWA D103 última revisión.

3.4.2 Material de los Pernos

3.4.2.1 Grado 2 de SAE

3.4.2.1.1 Resistencia a la tracción - 510.000 kPa (74.000 lb/pulg²) mín.

3.4.2.1.2 Carga de prueba - 379.000 kPa (55.000 lb/pulg²) mín.

3.4.2.1.3 Esfuerzo cortante permisible - 125.230 kPa (18.163 lb/pulg²)
(ANSI/AWWA D103 última revisión)

3.4.2.2 Grado 8 SAE/con termo tratamiento según ASTM A490 para:

3.4.2.2.1 Resistencia a la tracción - 1.034.000 kPa (150.000 lb/pulg²) mín.

3.4.2.2.2 Carga de prueba - 827.000 kPa (120.000 lb/pulg²) mín.

3.4.2.2.3 Esfuerzo cortante permisible - 253.850 kPa (36.818 lb/pulg²)
(ANSI/AWWA D103 última revisión)

3.4.2.3 Grado 5 SAE/con termo tratamiento según ASTM A325 para:

3.4.2.3.1 Resistencia a la tracción - 827.000 kPa (120.000 lb/pulg²) mín.

3.4.2.3.2 Carga de prueba - 586.000 kPa (85.000 lb/pulg²) mín.

3.4.2.3.3 Esfuerzo cortante permisible - 203.080 kPa (29.454 lb/pulg²) mín.

3.4.3 Acabado de los Pernos – Electro galvanizado de zinc

3.4.3.1 0.051 mm (0.002 pulg) mínimo debajo de la cabeza del perno, en su vástago y roscas.

3.4.4 Encapsulado de la Cabeza de los Pernos y de las tuercas de los tornillos

3.4.4.1 El encapsulado de toda la cabeza del perno, será hecho en copolímeros de polipropileno de alta resistencia a impactos. Dicho encapsulado llegará hasta las estrías del vástago. El encapsulado de las tuercas de los tornillos, también será hecho en copolímeros de polipropileno de alta resistencia a impactos. Dicho encapsulado llegará hasta la lámina y estará completamente relleno con el compuesto sellador.

3.4.4.2 El encapsulado tendrá la capacidad de resistir a la luz ultravioleta y será de color negro. El material del encapsulado de la cabeza del perno deberá ser aprobado para estar en contacto con agua potable de acuerdo con la norma 61 de ANSI/NSF.

3.4.5 Todos los pernos del cuerpo del tanque deberán instalarse de forma tal que la cabeza del perno quede hacia el interior del tanque y la arandela y tuerca queden hacia el exterior. En el caso de los pernos de los pisos de vidrio fusionado al acero, las cabezas de los pernos irán del lado de afuera con las tuercas encapsuladas del lado de adentro.

3.4.6 Todos los pernos de las juntas traslapadas deberán escogerse de modo que las porciones roscadas no queden expuestas en el "plano de corte" entre las láminas del tanque. Además, las longitudes de los pernos se escogerán de modo que se obtenga una apariencia nítida y uniforme. No se permitirá un exceso de roscas expuestas más allá de la tuerca luego del apriete.

3.4.7 Todos los pernos de las juntas traslapadas incluirán un mínimo de cuatro (4) estrías debajo de la cabeza del perno, en el vástago, de modo que resistan la fuerza de rotación durante el apriete.

3.5 Compuestos Selladores

- 3.5.1 El sellador de juntas traslapadas será un compuesto de poliuretano de un solo componente y curado contra la humedad. El compuesto sellador será adecuado para el contacto con agua potable y cumplirá la norma 61 para aditivos de ANSI/NSF.
- 3.5.2 El compuesto sellador se usará para sellar las juntas traslapadas, las conexiones empernadas y los bordes de las láminas. Después de su curado, el compuesto sellador adquirirá una consistencia similar al caucho y tendrá adhesión excelente al revestimiento de vidrio, bajo porcentaje de encogimiento y será adecuada para aplicación interior y exterior.
- 3.5.3 Velocidad de curado a 23°C, (73 °F), y 50% de humedad relativa
 - 3.5.3.1 Tiempo de secado al tacto: 6 a 8 horas.
 - 3.5.3.2 Tiempo de curado final: 10 a 12 días.
- 3.5.4 El compuesto sellador será Manus-Bond 75-AM sellador adhesivo o similar, con resistencia al cloro residual hasta 100 ppm.
- 3.5.5 No se permitirá el uso de empaques de neopreno ni cintas selladoras.

4.0 ESPECIFICACIONES DEL REVESTIMIENTO DE VIDRIO

4.1 Preparación de la Superficie

- 4.1.1 Después del proceso de corte, las láminas deberán limpiarse con un chorro de partículas abrasivas de acero en ambos lados de modo equivalente a la norma SSPC-10 (limpieza granillada hasta metal blanco). La limpieza de las láminas de acero con un chorro de arena o con baño químico no es aceptable.
- 4.1.2 El patrón de anclaje de la superficie no será de menos de 0.025 mm (0.001 pulg).
- 4.1.3 Las láminas estarán uniformemente lubricadas en ambos lados para protegerlas contra la corrosión durante la fabricación.

4.2 Bordes de las Láminas

- 4.2.1 Después de la preparación inicial de láminas, todos los bordes de las láminas de la pared vertical del tanque deberán ser biseladas. Un recubrimiento de metal de acero inoxidable 316 se aplicará a estos bordes por medio de un rociado termal ARC de 1.5 a 5 mils (0.0381 a 0.127 mm). El recubrimiento deberá tener un esfuerzo tensil de > 1,500 PSI (10 MPA) de acuerdo a la norma ASTM C633-79)
- 4.2.2 Después de la fabricación y antes de la aplicación del sistema de revestimiento, se deberán limpiar todas las láminas a fondo con un proceso

de baño cáustico y enjuague caliente, seguido de inmediato por un secado con aire caliente.

- 4.2.3 Se deberá efectuar una inspección de las láminas en busca de señas de materias extrañas y corrosión. Todas las láminas que demuestren estas señas deberán volverse a limpiar hasta obtener un nivel aceptable de limpieza.
- 4.2.4 Procedimientos diferentes al enunciado deberán garantizar la misma calidad y el licitante deberá anexar la ficha técnica del recubrimiento de los bordes propuesto para su evaluación.

4.3 Revestimiento

- 4.3.1 Todas las láminas deberán recibir una capa inicial de vidrio de óxido de níquel catalítico en ambos lados y dejarse secar al aire.
- 4.3.2 Se aplicará otra capa de vidrio milimizado a ambos lados de las láminas y se dejará secar al aire.
- 4.3.3 Se aplicará una tercera capa reforzada de color blanco de Dióxido de Titanio milimizado en la superficie interior de todas las láminas o una tercera capa de vidrio similar a la segunda capa.
- 4.3.4 Se aplicará la misma capa de vidrio que se aplicó a la superficie exterior de las láminas en los bordes expuestos.
- 4.3.5 Las láminas se someterán a una fusión a una temperatura mínima de 816°C, (1500 °F), adhiriéndose estrictamente a los procedimientos de control de calidad de procesos ISO 9001 del fabricante, incluyendo el tiempo de fusión, la humedad del horno, el control de la temperatura.
- 4.3.6 El proceso de revestimiento es el proceso de 3 recubrimientos. El color interno de las láminas deberá ser blanco. El color exterior deberá ser azul.
- 4.3.7 El espesor de la película seca del recubrimiento interior deberá ser de cuando menos 18.0 mils de pulgada (460 µm) +/- un mil de pulgada como tolerancia.
- 4.3.8 El espesor de la película seca del recubrimiento exterior deberá ser de 11.0 mils de pulgada (280 µm).
- 4.3.9 Procedimientos diferentes al enunciado deberán garantizar la misma calidad y el licitante deberá anexar la ficha técnica del revestimiento propuesto para su evaluación.

4.4 Inspección

- 4.4.1 El sistema de calidad del fabricante deberá ser ISO 9001 certificado.
- 4.4.2 Resistencia Química del Recubrimiento de Vidrio.

4.4.2.1 Cada tanda del componente de las hojuelas de vidrio deberá ser examinado individualmente de acuerdo al examen PEI T-21 (Acido Cítrico a temperatura ambiente)

4.4.3 Prueba de Discontinuidad

4.4.3.1 La prueba de discontinuidad deberá de realizarse a 1,100 volts.

4.4.3.2 La prueba será hecha a cada lámina.

4.4.3.3 Toda la superficie interna de las láminas estará libre de porosidades que provoquen discontinuidad.

4.4.4 Medición del Espesor del Vidrio

4.4.4.1 El espesor del vidrio se deberá medir usando un medidor electrónico de espesor de película seca (de tipo de inducción magnética) aprobado por el SISTEMA OPERADOR. El medidor de espesor deberá tener un record valido de calibración.

4.4.4.2 La prueba será hecha de manera aleatoria a las láminas. El espesor interno del vidrio deberá ser de 18.0 mils de pulgada (460 μ m) +/- un mil de pulgada como tolerancia.

4.4.5 Medición de Color

4.4.5.1 El color exterior de las láminas se deberá medir usando un medidor de color aprobado por el fabricante. El medidor de espesor deberá tener un record valido de calibración.

4.4.4.2 La prueba será hecha a cada décima lámina. El color deberá estar bajo las tolerancias especificadas por el fabricante, o las láminas serán rechazadas.

4.4.5 Prueba de Adherencia al Impacto

4.4.5.1 La adherencia del recubrimiento del vidrio al acero deberá ser examinada de acuerdo con la ASTM B916-01. Cualquier lámina que tenga baja adherencia será rechazada.

4.4.4.2 La prueba será hecha a una lámina por lote de afore como mínimo.

4.4.6 Prueba de Escamas

4.4.6.1 El recubrimiento de vidrio deberá ser examinado para determinar si hay presencia de escamas poniendo las láminas de producción de tamaño completo en el horno a una temperatura de 400 °F (204 °C) por una hora. Luego, las láminas se examinaran para determinar la presencia de escamas. Cualquier lámina que exhiba escamas será rechazada y serán probadas todas las láminas de ese lote de afore de manera similar.

4.4.6.2 La prueba será hecha a una lámina por lote de afore como mínimo.

4.5 Embalaje

- 4.5.1 Todas las láminas que aprueben las inspecciones de fábrica y la revisión del control de calidad serán protegidas contra daños antes de embalarlas para su embarque.
- 4.5.2 Se colocarán láminas de papel grueso o de espuma de plástico entre cada panel para eliminar la abrasión entre láminas durante el embarque.
- 4.5.3 Las pilas individuales de paneles se envolverán en material de plástico negro grueso y se sujetarán con tiras de acero a paletas de madera especiales fabricadas según el radio de rodadura de los paneles del tanque. Este procedimiento elimina el contacto o movimiento de los paneles acabados durante el embarque.
- 4.5.4 El embarque de la fábrica al sitio de trabajo será transportando exclusivamente los componentes del tanque.

5.0 Losa de Cimentación

- 5.1 La losa de cimentación del tanque será de concreto armado con anillo de cimentación empotrado de vidrio fusionado al acero. El anillo de cimentación será ensamblado de acuerdo a los planos de construcción, colocado rígidamente y sujetado a una contratrabe de concreto antes del vaciado monolítico del concreto del piso interno y externo del tanque. El anillo de cimentación deberá estar empotrado en el concreto por lo menos 150 mm (6"), dependerá de los requerimientos de diseño. La distancia mínima entre la parte superior de la contratrabe y la parte inferior del anillo de cimentación será de 76 mm (3"). Dependiendo del diseño, el piso externo tendrá por lo menos un ancho de 200 mm (8") y el nivel superior no excederá ± 25 mm (± 1 ") con el acabado final del nivel de concreto interno del tanque. La losa de cimentación cumplirá con los requisitos de diseño del Manual de Diseño de Obras Civiles de Comisión Federal de Electricidad, el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, la NOM-007-CNA-1997 requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua, DER-CNA97 diseño estructural de recipientes de la Comisión Nacional del Agua y con lo especificado en la norma ANSI/AWWA D103 última revisión.

6.0 Techo

- 6.1 El techo será de aluminio, geodésico y auto sostenido y deberá ser manufacturado por el mismo fabricante del material del tanque. Las paredes del tanque soportarán tanto cargas vivas como muertas. El techo tendrá un diseño de articulaciones laminadas, sin conexiones de ángulos laminados entre los paneles de la pared lateral y del techo. El fabricante suministrará una entrada de hombre de techo que se colocará cerca de la escalera exterior del tanque y la cual incluirá una cubierta articulada y una aldaba para cerrarla con candado. La entrada de hombre tendrá una dimensión de no menos de 610 mm (24 pulg) en una dirección y 380 mm (15 pulg) en la otra. La entrada de hombre tendrá un reborde de no menos de 100 mm (4 pulg) de altura y su cubierta tendrá un traslape hacia abajo de al menos 51 mm (2 pulg), o una cubierta hermética impermeable con empaquetadura en lugar del reborde de 100 mm (4 pulg) con traslape de 51 mm (2 pulg). La placa de

- refuerzo de la entrada de hombre será en vidrio fusionado al acero. No se aceptará lámina de refuerzo en acero galvanizado.
- 6.2 Los paneles del techo geodésico de aluminio se fabricarán de paneles triangulares de aluminio no corrugado que se sellarán y sujetarán firmemente de modo que encajen entre sí para formar un sistema de armazón de aluminio plenamente triangular con extrusiones de brida ancha de manera que se forme una estructura de cúpula.
- 6.2.1 La cúpula será de envergadura libre y tendrá un diseño autosostenido desde la estructura periférica con un anillo tensor incorporado que resista el empuje horizontal principal. El peso muerto de la cúpula no excederá 14,7 kg por metro cuadrado (3 lb/pie²) de la superficie.
- 6.2.2 La cúpula y el tanque se diseñarán para trabajar como una sola unidad. El tanque se diseñará para sostener el peso de la cúpula de aluminio, incluyendo todas las cargas vivas especificadas.
- 6.3 Materiales:
- 6.3.1 Armazón de espacio triangular: Puntales y refuerzos de aluminio 6061-T6
- 6.3.2 Paneles triangulares de cierre: Láminas de aluminio 3003-H16 de 1,27 mm (0,050 pulg).
- 6.3.3 Anillo tensor: Aluminio 6061-T6.
- 6.3.4 Fijaciones: Aluminio anodizado 7075-T73 ó acero inoxidable de serie 300.
- 6.3.5 Compuesto sellador y empaquetaduras: Caucho de silicona.
- 6.3.6 Buhardillas, puertas, respiraderos y portezuelas: Aluminio 6061-T6, 5086-H34 ó 3003-H16.
- 6.4 Venteo del Techo
- 6.4.1 Se suministrará e instalará un venteo de tamaño apropiado según la norma ANSI/AWWA D103 última revisión en su más reciente revisión, sobre el nivel máximo del agua con una capacidad suficiente para asegurar que a la máxima tasa de llenado o vaciado de agua, la presión interior o el vacío resultante no exceda 13 mm (0,5 pulg) de columna de agua.
- 6.4.2 La tubería de rebose no se considerará como venteo del tanque.
- 6.4.3 El venteo se fabricará de aluminio de forma tal que la tapa pueda soltarse y usarse como punto de acceso secundario al techo.
- 6.4.4 El venteo estará diseñado de tal manera que impida la entrada de aves y/o animales mediante la inclusión de una abertura con rejilla extendida de aluminio (de 13 mm [0,5 pulg]). Una malla contra insectos de monofilamentos de poliéster tamaño 23 ó 25 se proporcionará y diseñará de forma tal que se abra en caso que la malla se obstruya a causa de la formación de hielo.

6.5 Accesorios Dependencias (según la norma ANSI/AWWA D103 última revisión)

6.5.1 Conexiones de Tubería

6.5.1.1 En los puntos que se ilustran conexiones de tubería que atraviesan paneles del tanque, las mismas se ubicarán en campo, se cortarán (no se permiten los cortes con sopletes de acetileno ni las soldaduras) y se utilizará un conjunto de brida interior y exterior. Se aplicará sellador en los bordes recortados de un panel o en las conexiones de pernos.

6.5.1.2 Las bridas que incluirá el tanque son:
Una (1) de 10" para llenado, una (1) de 10" para distribución, una de 10" para rebose, y una (1) de 4" para limpieza.

6.5.3 Escalera Exterior del Tanque

6.5.3.1 Se suministrará e instalará una escalera exterior del tanque en aluminio y jaula de seguridad en acero galvanizado.

6.5.3.2 Las escaleras se fabricarán de aluminio y utilizarán peldaños con ranuras, contra resbalones.

6.5.3.3 Las jaulas de seguridad y plataformas de paso se fabricarán de acero galvanizado.

6.5.4 Entradas de Hombre de Acceso

6.5.4.1 Se suministrará una entrada de hombre inferior para acceso al interior del tanque en acero galvanizado con lámina de refuerzo en vidrio fusionado al acero, según la norma ANSI/AWWA D103 última revisión.

6.5.4.2 La abertura del registro de inspección tendrá un diámetro mínimo de 610 mm (24 pulg). La puerta de acceso y la lámina de refuerzo deberán cumplir con la norma ANSI/AWWA D103 última revisión.

6.5.4.3 La lámina de refuerzo será de vidrio fusionado al acero y se deberá instalar como un miembro independiente a la entrada de hombre entre la entrada hombre y la lámina del tanque.

6.5.5 Chapa de identificación: La chapa de identificación del fabricante indicará el número de serie, el diámetro y la altura del tanque, al igual que su capacidad máxima según diseño. La chapa de identificación se fijará a la pared lateral exterior del tanque, en un punto aproximadamente a 1,5 m (5 pies) sobre el nivel del suelo en un punto que pueda ser vista sin obstrucciones.

6.6 Protección Catódica

6.6.1 El fabricante será responsable de diseñar y suministrar un sistema de protección catódica de ánodos de magnesio pasivo de sacrificio o similar.

7.0 GARANTÍA

- 7.1 El fabricante debe incluir en su costo una garantía apostillada por los materiales y el revestimiento del tanque. Como mínimo la garantía debe garantizar la seguridad de que el revestimiento de las láminas del tanque no tendrá defectos, ni se corroerá durante el plazo mínimo especificado. Esta garantía deberá tener una duración de 5 años a partir del suministro del tanque y contemplar una inspección anual sin costo durante este periodo.

14. DE LA EJECUCION

El contratista será el único responsable de la construcción del tanque de almacenamiento de agua potable y deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos competentes que rijan en el ámbito federal, estatal, municipal, normativa internacional aplicable y especificaciones que señale el SISTEMA OPERADOR.

El contratista será el único responsable de cumplir con todas las especificaciones de calidad de los materiales y deberá cumplir con todas las especificaciones que señale el SISTEMA OPERADOR.

El contratista será el único responsable de cumplir con el proceso constructivo de acuerdo con las especificaciones que señale el SISTEMA OPERADOR y de acuerdo al programa establecido.

El contratista será el único responsable de la seguridad de su personal durante la construcción del tanque, observando los reglamentos de seguridad aplicables en el sitio donde se realicen los trabajos.

El contratista será el único responsable de mantener la limpieza en el sitio de la obra durante el tiempo de la construcción del tanque.

El SISTEMA OPERADOR será la responsable de verificar la calidad de los trabajos a través de los laboratorios, instituciones educativas y de investigación o con las personas que determine en los términos que establece la Ley federal sobre Metrología y Normalización y que podrán ser aquellos con los que cuente la dependencia o entidad de que se trate.

El SISTEMA OPERADOR establecerá la supervisión de la obra, designando a un servidor público que será el responsable directo de la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos o establecerá a una empresa externa acreditada y aprobada por el SISTEMA OPERADOR que realizará la supervisión de la obra, verificará la calidad de los materiales y los procedimientos de aseguramiento de calidad de los procesos constructivos.

La empresa externa supervisora deberá contar con la adecuada capacidad técnica, instalaciones, equipo, personal técnico, organización y métodos operativos adecuados, que garanticen su competencia técnica y la confiabilidad de sus servicios.

Las pruebas de calidad las realizará un laboratorio de análisis y control de calidad, laboratorio de geotecnia, de resistencia de materiales y radiografías industriales. Los

laboratorios de pruebas deberán tener acreditación de la autoridad competente de acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

Los laboratorios deberán contar con la adecuada capacidad técnica, instalaciones, equipo, personal técnico, organización y métodos operativos adecuados, que garanticen su competencia técnica y la confiabilidad de sus servicios.

Los supervisores, las empresas supervisoras y los laboratorios de aseguramiento de calidad, deberán certificar, verificar e inspeccionar que los productos, procesos y métodos constructivos, instalaciones, montajes, servicios o actividades que realice el contratista cumplirán con las normas oficiales mexicanas, las normas mexicanas, las normas internacionales y en caso de no existir se realizarán de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

En caso de que el contratista sea el responsable de solicitar y contratar las pruebas al laboratorio de aseguramiento de calidad, deberá cumplir con todo lo dispuesto por la normatividad de el SISTEMA OPERADOR y lo especificado en este apartado.

15. PRESENTACIÓN DE PROYECTOS EJECUTIVOS DE ACUERDO A CNA

Los proyectos ejecutivos para la construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable deben cumplir con los requisitos que establece la Comisión Nacional de Agua:

- Resumen Ejecutivo
- Memoria Descriptiva
- Plano Topográfico
- Diseño Arquitectónico
- Diseño Geométrico (arreglo de módulos)
- Diseño Funcional (tuberías y válvulas)
- Diseño Estructural
 - Mecánica de Suelos
 - Cimentación
 - Tanques
 - Techumbre
 - Cárcamos de Bombeo
 - Canales de Conducción
 - Memoria de Cálculo
- Obras de Drenaje
- Proyecto Eléctrico
- Especificaciones de Construcción
- Calidad de Materiales a Suministrar
- Presupuesto Completo
- Programa Físico – Financiero
- Estudio de impacto Ambiental
- Estudio de Riesgo (Protección Civil)
- Términos de Referencia para la Contratación de la Obra

16. DEFINICIONES

Agua: Sustancia cuyas moléculas están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, líquida, inodora, insípida e incolora.

Aguas claras o aguas de primer uso: aquellas provenientes de distintas fuentes naturales y de almacenamientos artificiales que no han sido objeto de uso previo alguno.

Agua cruda: El agua que no ha recibido ningún tratamiento, o el agua que entra a una planta para el tratamiento posterior.

Agua de lluvia: Agua resultante de precipitaciones atmosféricas y que aún no ha captado materia soluble directamente de la superficie terrestre.

Aguas del subsuelo: Aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre.

Aguas nacionales: Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del párrafo quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Aguas naturales: Se define como agua natural el agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, residual y superficial.

Acuífero: Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo.

Agua para uso y consumo humano: Aquella que no contiene contaminantes objetables, ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano.

Agua para uso doméstico: Utilización del agua nacional, destinada al uso particular de las personas y del hogar, riego de sus jardines y de sus árboles de ornato, incluyendo el abrevadero de sus animales domésticos que no constituya una actividad lucrativa.

Agua para uso doméstico: La utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, a través de la red municipal.

Aguas pluviales: Aquellas que provienen de lluvias, se incluyen las que provienen de nieve y granizo

Aguas potables: Aquella que no contiene contaminantes objetables ya sean químicos o agentes infecciosos y que no causa efectos nocivos al ser humano. Agua que cumple con las características físicas de color, olor y sabor, así como de contenido de minerales y materia biológica, para consumo humano.

Aguas residuales: Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

Aguas superficiales: Se consideran aguas superficiales aquellas que se captan de canales, ríos y embalses.

Aguas Subterráneas: Se consideran aguas subterráneas aquellas que se captan de pozos, manantiales y galerías filtrantes.

Criterios de calidad de agua: Conjunto de parámetros definidos que caracteriza la calidad del agua para establecer su idoneidad para usos específicos.

Depósito: Construcción, realizada parcial o totalmente por el hombre, destinada al almacenamiento y/o regulación y utilización controlada del agua.

Diseño por esfuerzos permisibles: Método que proporciona elementos resistentes, en el cual los miembros esforzados permanecen en su intervalo elástico ante cargas nominales y no exceden los esfuerzos permisibles. Siglas en inglés (ASD). Allowable Stress Design.

Diseño por resistencia: Método que proporciona elementos resistentes mediante cargas amplificadas por factores y dichas cargas no exceden la resistencia de los elementos

disminuidas por un factor de resistencia. Siglas en inglés (LRFD). Load and Resistance Factor Design.

Estanqueidad: Característica de un cuerpo de no permitir el paso de algún líquido a través de sus paredes, ni de sus uniones.

Estado límite de falla: Cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualquiera de sus componentes, incluyendo la cimentación, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente su resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

Estado límite de servicio: La ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la edificación, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas. Los valores específicos de estos estados límite se definen en la Normas.

Isotacas: Líneas que unen puntos de igual velocidad.

Niveles de calidad de agua: los valores de los criterios de calidad de agua permitidos para usos específicos.

Pozo: Obra de ingeniería, en la que se utilizan maquinarias y herramientas mecánicas para su construcción, para permitir extraer agua del subsuelo.

Pozo de absorción: Obra de ingeniería diseñada especialmente para infiltrar agua de lluvia al subsuelo, constituida por una captación o alcantarilla, una caja desarenadora y una caja de infiltración; esta última funciona como pozo o puede derivar sus excedentes a uno. En este tipo de pozos no se controla la calidad del agua, ya que es infiltrada en la zona no saturada en la que se espera se obtenga una depuración adicional antes de llegar al acuífero.

Potabilización: Conjunto de operaciones y procesos, físicos y/o químicos que se aplican al agua a fin de mejorar su calidad y hacerla apta para uso y consumo humano.

Pozo de infiltración o inyección: Obra de ingeniería que permite la recarga artificial del acuífero.

Sistemas de abastecimiento: Conjunto intercomunicado o intercomunicado de fuentes, obras de captación, plantas cloradoras, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, cárcamos de bombeo, líneas de conducción y red de distribución.

Tanque: Estructura cerrada o abierta, que se utiliza en los diferentes procesos de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento, destinada a contener agua a la presión atmosférica.

17. BIBLIOGRAFÍA

- "Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos".
- "Ley de Aguas Nacionales".
- "Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales".
- "Ley de obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas".
- "Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas".
- "Ley Federal sobre Metrología y Normalización".
- "Reglamento de Construcción y Seguridad Estructural para el Estado de Oaxaca".
- "Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal", 2004.
- "Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones del RCDF", 2004.
- "Manual de Diseño de Obras Civiles por Sismo Comisión Federal de Electricidad, 1993".
- "Manual de Diseño de Obras Civiles por Viento Comisión Federal de Electricidad, 1993".
- "Normas Técnicas complementarias para diseño por sismo del RCDF".
- "Normas Técnicas complementarias para diseño por viento del RCDF".
- "Normas Técnicas complementarias para diseño y construcción de cimentaciones del RCDF".
- "Normas Técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto del RCDF".
- "Normas Técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras metálicas del RCDF".
- "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS)", Comisión Nacional del Agua, 2007.
- "Diseño Estructural de Recipientes", Comisión Nacional del Agua, 2007.
- "Manual de Diseño, Construcción y Operación de Tanques de Regulación para Abastecimiento de Agua Potable" Comisión Nacional del Agua, 2007.
- "Estadísticas del agua en México", Comisión Nacional del Agua, edición 2011.
- "Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento", Comisión Nacional del Agua, edición 2010.
- "Geotecnia en Construcción Especializada", Comisión Nacional del Agua, 2007.
- "Geotecnia en Suelos Inestables", Comisión Nacional del Agua, 2007.
- "Guía de Diseño de Redes de Agua Potable con uno o varios tanques y fuentes de Abastecimiento", Comisión Nacional del Agua, 2007.
- "Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario", Comisión Nacional del Agua, 2007.
- "Protección Catódica y Recubrimientos Anticorrosivos", Comisión Nacional del Agua, 2007.
- "NOM-003-CNA-1996" Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.
- "NOM-004-CNA-1996" Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.
- "NOM-007-CNA-1997", Requisitos de seguridad para la construcción y operación de tanques para agua.
- "NOM-127-SSA1-1994", Salud ambiental, agua para uso y consumo humano - límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.
- "NOM-001-ECOL-1996", Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- "NMX-AA-089-1-SCFI-2010", Protección al ambiente – calidad del agua – vocabulario – parte 1

"NMX-AA-089-2-1992", Protección al ambiente – calidad del agua – vocabulario – parte 2
"NMX-AA-051-SCFI-2001", Análisis de Agua – determinación de metales por absorción atómica en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas – método de prueba.

"ANSI/AWWA D103-09 Tanques de Acero al Carbono Atornillados y Recubiertos en Fábrica para Almacenamiento de Agua". (Factory Coated Bolted Carbon Steel Tanks for Water Storage), AWWA Standard 2009.

"EN15282:2007 / ISO28765:2008, Esmaltes Vidriados y Porcelanas – Diseño de Tanques de Acero Atornillados para el almacenamiento o tratamiento de agua o efluentes municipales o industriales". (Vitreous and Porcelain Enamels – Designs of bolted steel tanks for the storage or treatment of water or municipal or industrial effluents and sludges)

"ANSI/NSF Standard 61 Componentes de Sistema de Agua Bebible" (Drinking Water System Components).

"Manual de Construcción de Acero" American Institute of Steel Construction, AISC13Ed.

"Requisitos para el Código de Construcción del Concreto Reforzado" ACI-318-05.

"Manual de la Aluminum Association para el diseño de aluminio", AA-2004.

Concordancia con normas internacionales

ISO 6107-1:2004 Water Quality Vocabulary Part 1-Forth edition 2004-02-01

ISO 6107-2:2006 Water Quality Vocabulary Part 2-Forth edition 2006-05-01