

**ANEXO “III”**

**NORMATIVA TÉCNICA**

**CAPÍTULO 3**

**NORMAS TELESITES Y FIBRA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE  
ESTRUCTURAS DE ACERO (NTDCEA)**

**OPERADORA DE SITES MEXICANOS, S.A.B. DE C.V.,**

**BANCO ACTINVER, S.A., INSTITUCIÓN DE BANCA MÚLTIPLE, GRUPO  
FINANCIERO ACTINVER, DIVISIÓN FIDUCIARIA, ESTE ÚLTIMO  
EXCLUSIVAMENTE EN SU CARÁCTER DE FIDUCIARIO DEL FIDEICOMISO  
OPSIMEX 4594**

**Y**

**[\*]**

Ciudad de México a. [\*] de [\*] de [\*].

## **1. CODIGOS Y ESPECIFICACIONES**

- 1.1. Los materiales y procedimientos de trabajo estarán en conformidad con lo estipulado en las Normas Telesites y Fibra.
- 1.2. El acero estructural será del tipo definido en el “Code of Standard Practice for Steel Building and Bridges” del AISC, última edición.
- 1.3. La fabricación se llevará a cabo de conformidad con la “AISC Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Building” última edición.
- 1.4. Las conexiones y materiales en que se utilicen pernos de alta resistencia se ajustarán a lo prescrito en la “Specification for Structural Joints Using ASTM A 325 and A 490 Bolts” del AISC.
- 1.5. Los procesos de soldadura manual que se usen estarán de acuerdo con el “Structural Welding Code D1, 1.75, Apéndice “E” y revisión 1.76 AWS”.
- 1.6. Se deberá tomar en consideración el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal RCDF y sus Normas Técnicas Complementarias NTC vigentes, así como el Manual del Instituto Mexicano de la Construcción en Acero IMCA, según el método de diseño que se emplee.

## **2. MATERIALES**

- 2.1. Acero estructural ASTM A 36 y/o A 572 Grado 50 “Standard Specification for Structural Steel”.
- 2.2. Pernos de alta resistencia ASTM A 325 “Standard Specification for High Strength Bolts for Structural Steel Joints, including Suitable Nuts and Plain Hardened Washers”.

- 2.3. Pernos comunes ASTM A 307 "Standard Specifications for Low Carbon Steel Externally and Internally Threaded Standard Fasteners". Las tuercas serán hexagonales pesadas "American Standard".
- 2.4. Estos tornillos serán utilizados para estructura general y nunca en torres.
- 2.5. Los electrodos metálicos recubiertos para soldadura manual al arco eléctrico se ajustarán a la especificación AWS A5.1 "Specifications for Mild Steel Covered and Welding Electrodes", la especificación AWS A5.5 "Specification for Low Alloy Steel Covered and Welding Electrodes".

### **3. FABRICACIÓN**

- 3.1. Los detalles de fabricación se ajustarán estrictamente a los planos finales de diseño.
- 3.2. Las piezas se fabricarán correctamente de los tamaños y dimensiones mostrados en los planos de fabricación correspondientes. Los cortes y perforaciones, sin importar el procedimiento que se emplee para ellos, se realizarán de manera que se produzcan superficies y líneas continuas, cuidando no alterar en lo más mínimo las propiedades del material, y fieles a los detalles indicados
- 3.3. Sólo se harán aquellas modificaciones en los perfiles o detalles indicados, que sean aprobados por la supervisión de obra.
- 3.4. La mano de obra será de buena calidad, las operaciones de corte, punzonado y soldadura se harán con limpieza y se removerán todas las rebabas. Todas las juntas soldadas que vayan a quedar expuestas, se esmerilarán al ras de la superficie circundante.
- 3.5. La soldadura en las juntas a tope de barandales será enrasada.
- 3.6. Los detalles definitivos no toman en cuenta tolerancias. El fabricante considerará tales tolerancias al detallar aquellos elementos que se deban ensamblar en otros y prever holguras razonables para el ajuste de las partes.

- 3.7. El corte del material se efectuará mediante el uso de soplete guiado mecánicamente.
- 3.8. Las juntas deberán estar, antes del montaje y en el momento de soldarlas, libres de escoria, moho, pintura, tierra, aceite y óxidos, debiendo limpiarse con esmeril y cepillo de alambre accionado por motor eléctrico, hasta quedar sin rebabas ni gránulos de material.
- 3.9. La soldadura de las juntas deberá hacerse de preferencia con soldadura al arco eléctrico sumergido en aquellas juntas que lo permitan.
- 3.10. Todos los elementos serán fabricados en el taller con las dimensiones especificadas en los planos de fabricación correspondientes, de manera que no haya empalmes de campo, excepto en los lugares específicamente indicados y salvo autorización escrita por la supervisión de obra.

#### **4. CONEXIONES PERNADAS O ATORNILLADAS**

- 4.1. Todas las conexiones se ajustarán a lo detallado y a lo que se especifique en los planos correspondientes.
- 4.2. Todas las conexiones pernadas o atornilladas se harán utilizando pernos de alta resistencia y pernos normales de acuerdo a las especificaciones ASTM A 325 y A 307, respectivamente.
- 4.3. Aquellas juntas que no se detallen, se ajustarán de acuerdo al detalle mostrado en la parte 4 del manual AISC, de tal manera que sean capaces de desarrollar no menos de la capacidad del alma del miembro que conectan.

#### **5. SOLDADURA**

- 5.1. Toda la soldadura deberá ser llevada a cabo por uno de los procesos siguientes:
  - a) Soldadura al arco eléctrico con electrodo recubierto.

- b) Soldadura al arco eléctrico sumergido.
  - c) En ningún caso se empleará la soldadura al arco eléctrico en gas inerte.
- 5.2. Todos los soldadores que se empleen, deberán estar calificados de acuerdo con las pruebas descritas por el código indicado en la sección 8.

## 6. ELECTRODOS

- 6.1. Todas las soldaduras al arco eléctrico con electrodo metálico recubierto se efectuarán con electrodo E70XX. Las soldaduras al arco eléctrico sumergido se realizarán con electrodos F7-EXXX.
- 6.2. Según el elemento a soldar, se utilizarán los electrodos como se indica a continuación

<b>ELECTRODOS POR TIPO DE ELEMENTO A SOLDAR</b>	
<b>ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE ELECTRODO</b>
<b>Elementos de acero estructural</b>	<b>E70XX</b>
<b>Acero de refuerzo (varillas)</b>	<b>E90XX</b>
<b>Acero de refuerzo soldado a elementos de acero estructural</b>	<b>E70XX</b>

- 6.3. Los electrodos de bajo hidrógeno que cumplan con las especificaciones A5.1, se comprarán en empaques herméticamente sellados o se secarán por lo menos durante dos horas a temperatura de 230°C (459°F) A 260°C (500°F) antes de que sean

usados. Los electrodos de bajo hidrógeno que cumplan con la especificación 45.5 también estarán en empaques sellados o se secarán a temperaturas de 370°C (700°F) a 430°C (800°F). Los electrodos que se desempaquen o que se retiren del horno se almacenarán inmediatamente en algún sitio con temperatura de por lo menos 121°C (250°F).

- 6.4. Los electrodos E70XX que no se usen dentro de las 4 horas siguientes a haber abierto el empaque o haber sido retirados del horno, se secarán en la forma descrita en el párrafo anterior. No se debe permitir el uso de electrodos que hayan sido mojados.
- 6.5. Todos aquellos electrodos que llegarán a humedecerse serán rechazados.
- 6.6. La soldadura deberá protegerse de la lluvia hasta que se haya enfriado totalmente.

## 7. PROCESO DE SOLDADURA

- 7.1. El precalentamiento y la temperatura entre “pasadas” estará de acuerdo con la siguiente tabla:

PROCESO DE SOLDADURA	ESPESOR DE LA PLACA MÁS GRUESA POR SOLDAR	TEMPERATURA MINIMA
Soldadura al arco eléctrico con electrodo metálico recubierto. Usando electrodos que no sean de bajo hidrógeno	Hasta $\frac{3}{4}$ "	No requiere
	Mayor $\frac{3}{4}$ " hasta 1 $\frac{1}{2}$ "	150 66
	Mayor 1 $\frac{1}{2}$ hasta 2 $\frac{1}{2}$ "	225 107
	Mayor de 2 $\frac{1}{2}$ "	300 150

PROCESO DE SOLDADURA	ESPESOR DE LA PLACA MÁS GRUESA POR SOLDAR	TEMPERATURA MINIMA
Soldadura al arco con electrodo metálico recubierto. Usando electrodo de bajo hidrógeno soldadura de arco sumergido	Hasta ¾"	No requiere
	Mayor ¾" hasta 1 ½"	50 10
	Mayor 1 ½" hasta 2 ½"	150 66
	Mayor d 2 ½"	107

CUANDO EL METAL BASE ESTE A UNA TEMPERATURA IGUAL O MENOR QUE 0°C (32°F) SE PRECALENTARÁ CUANDO MENOS A 21°C (70°F).

- 7.2. Toda soldadura que se aplique debe ser uniforme en ancho y espesor en toda su longitud y cada pasada de soldadura debe ser uniforme, libre de escorias, grietas, porosidades, burbujas y socavaciones, quedando totalmente fundida junto con las pasadas adyacentes de soldadura y con el metal base. Además, la pasada final de cobertura, quedará libre de ondulaciones, no quedará sobredimensionada, ni subdimensionada, ni con depresiones profundas en sentido longitudinal.
- 7.3. Las soldaduras de filete serán del tamaño especificado, con garganta completa y tamaño uniforme.
- 7.4. El emparejado, esmerilado y reparación en general de soldadura, se hará siempre en forma tal que no provoque ranuras, resagues o reduzca el espesor del metal base.
- 7.5. En el ensamblado y unión de las partes de una estructura o un miembro compuesto y cuando se sueldan placas y piezas diversas de refuerzo a un miembro, la forma de proceder y el orden en que se hagan las soldaduras será tal, que se eviten deformaciones innecesarias y se reduzcan al mínimo los esfuerzos por contracción o dilatación. Debe considerarse la posibilidad de colocar tramos de soldadura en

dirección opuesta al avance general de la soldadura o el avance desde puntos distintos para minimizar los esfuerzos residuales por temperatura, y siempre que sea posible se procurará que el calor aplicado en los varios lados de una pieza quede lo más balanceado posible durante el desarrollo del proceso de soldadura.

## **8. PRUEBAS DE SOLDADURA**

- 8.1. Las pruebas de soldadura consisten en: pruebas para soldaduras de ranura, pruebas de tensión, pruebas de doblado en la base, pruebas de doblado en la cara, pruebas de doblado lateral, pruebas para soldadura de filete.
- 8.2. Los especímenes para pruebas de tensión sin ser revelados de esfuerzos, deberán cumplir con los esfuerzos de fluencia y ruptura, así como con el alargamiento especificado para el material base.
- 8.3. Las pruebas de doblado deberán hacerse con el dispositivo especial para pruebas de doblado guiado, después de doblar la probeta ésta no debe mostrar ninguna grieta u otro defecto de abertura que exceda de 3.2mm medido en cualquier dirección.
- 8.4. Las probetas para prueba de soldadura de filete estarán libres de grietas y otros defectos, el examen de la sección atacada químicamente debe satisfacer las especificaciones de los “Procedimientos Estándar de Calificación” de la Sociedad Americana para la Soldadura (AWS B3.0).
- 8.5. La preparación de material base, el tipo de electrodo, su inclinación, la posición de placas de prueba para soldaduras planas, horizontales, verticales y sobre cabeza, deberán ajustarse a lo indicado en los “Procedimientos Estándar de Calificación” de la AWS.

## **9. CONTROLES PARA LA SOLDADURA**

### **9.1. Control visual.**

- 9.1.1. La calidad de la soldadura debe ser tal que permita una completa fusión entre el metal de aporte y la base.



- 9.1.2. Todos los cráteres se llenarán hasta completar la sección transversal de la soldadura. Asimismo, todas las soldaduras que contengan grietas deben repararse.
- 9.1.3. Toda junta defectuosa se reparará removiendo la soldadura por medio de ARC-AIR y reponiendo en forma adecuada el cordón; por ningún motivo se permitirá el uso de soplete para remover soldaduras. La aprobación o rechazo de una junta soldada queda a juicio de la supervisión de obra, quien podrá hacer inspección y pruebas no destructivas de las soldaduras a su criterio. Los métodos de pruebas podrán ser radiográficas, ultrasónicas, de partículas magnéticas y líquidos penetrantes.

## **9.2. Control radiográfico**

- 9.2.1. La soldadura de campo será controlada mediante el examen de radiografía o gammagrafía de la unión soldada. La localización de las juntas por radiografía, podrá ser sistemática a juicio del supervisor, quien podrá incluso someter a este control las juntas de taller que le parezcan adecuadas. Se utilizará cuando se sueldan elementos en los que se puede tener acceso en ambas caras del plano de la conexión soldada.
- 9.2.2. De las conexiones principales deberán radiografiarse un 25% en placa superior y 10% en la inferior. El porcentaje de juntas radiografiadas quedará a juicio de supervisión de obra.

## **10. ACABADOS Y TOLERANCIAS**

- 10.1. Los miembros terminados deberán quedar bien alineados, sin torceduras, dobleces, juntas y en aquellos que van a quedar aparentes, todas las juntas deberán ser perfiladas con esmeril.
- 10.2. Todos los miembros no deberán tener una variación lateral mayor que 1:1000 de su longitud entre dos puntos consecutivos arriostrados lateralmente; en miembros con longitud menor o igual a 3m, la tolerancia no será mayor de 1.6mm.

## 11. PINTURA DE TALLER

### 11.1. Preparación de la superficie

11.1.1. Todas las superficies de acero se pintarán, con excepción de aquellas que vayan a quedar embebidas en mampostería o concreto y de aquellas zonas que se encuentren a menos de 150mm de una soldadura de campo (antes de realizarla).

11.1.2. No se llevará a cabo la limpieza de la superficie si se presenta o sospecha de alguna de las condiciones siguientes:

- Hay humedad sobre las superficies a limpiar.
- La temperatura superficial está a menos de 2°C sobre el punto rocío.
- La humedad relativa es mayor de 80%.
- En períodos en que sea inminente la condensación de humedad.
- Está lloviendo o a punto de llover, si se ejecuta el trabajo al aire libre.
- Si la limpieza interfiere con la operación de pintado.
- En malas condiciones de iluminación.
- Si el equipo no se encuentra en buenas condiciones de operación.

11.2. La limpieza de la superficie se efectuará por alguno de los siguientes métodos:

- Sopletear con abrasivos secos, incluyendo todos los rincones y depresiones, eliminando toda la grasa, aceite, mugre, óxido y materiales extraños; pueden dejarse ligeras manchas, estrías o decoloraciones causadas por óxido o escama de laminación, y la pintura vieja bien adherida, soplete con gravilla de acero G-25, munición de acero S-330, o arena sílice (malla 16). Si la gravilla o munición son reutilizados, debe quitárseles toda contaminación.
- Mordentando químico, de acuerdo a la especificación SSPC-SP-8-63.
- Limpieza mecánica.

11.3. Después de la limpieza, la superficie se aspirará y soplará con aire a presión (libre de aceite y agua). Antes de aplicar la primera capa se removerán completamente todos los productos de limpieza. Si después de la limpieza queda cualquier impureza, aceite, grasa u otra, adherida a la superficie, esta será removida lavando con solventes y aplicando de nuevo la limpieza especificada.

Finalmente, con un esmeril y/o una lima se eliminarán las rugosidades y los bordes agudos, en particular los producidos por soldaduras.

11.4. Para evitar la corrosión en los largueros formados por dos perfiles tipo montén, se deberá sellar la unión entre perfiles con sellador tipo Festacri en pasta o similar.

11.5. Dentro de las ocho horas siguientes a la limpieza y antes de que ocurra oxidación alguna, se aplicará el recubrimiento primario.

Si ha ocurrido oxidación antes de pintar, se cepillarán las superficies afectadas hasta eliminarla.

## 12. APLICACIÓN DEL RECUBRIMIENTO

12.1. El recubrimiento será de tipo Amercoat **86**, o un similar; así mismo, el acabado será de esmalte alquidálico tipo Amercoat 52 o similar, con película seca de 0.5mm

aplicado en dos capas mínimo. En ambos casos y considerando las recomendaciones del fabricante, para su inspección habrá en el sitio instrucciones impresas por el fabricante de la pintura aprobada.

- 12.2. Los recubrimientos se aplicarán con un equipo que incluya un aparato de agitación mecánica automática que mantenga en suspensión el pigmento durante la aplicación. No es aceptable el mezclar únicamente antes de la aplicación. Además, no se utilizarán solventes y adelgazadores a menos que lo recomiende el fabricante y respetando la cantidad de solvente descrita por él y en ningún caso se autorizará el uso de solventes y adelgazadores sustitutos.
- 12.3. Todo el trabajo de recubrimiento queda sujeto a inspección y aprobación de la supervisión de obra. Dicha inspección se llevará a cabo en cualquier momento, teniéndose como fin el asegurar el estricto apego a la calidad especificada en estas normas.
- 12.4. El espesor de la película seca puede verificarse con calibradores magnéticos u otros medios a juicio de la supervisión de obra. Visualmente se puede determinar la calidad de la capa terminada, observando si hay grietas, exceso de pintura, perforaciones y rugosidad y se rechazarán aquellas áreas que presenten estos defectos.

### **13. MONTAJE DE LA ESTRUCTURA**

- 13.1. El contratista presentará su plan y/o programa de montaje a la supervisión, para que ésta a su vez lo autorice.
- 13.2. La supervisión deberá verificar que las piezas, juntas y sistemas de montaje de las estructuras de acero, así como el manejo, sea con el debido cuidado, de lo contrario serán rechazadas las piezas que se encuentren dañadas.
- 13.3. Todos los elementos deberán transportarse y manejarse de forma tal que no se produzcan deformaciones permanentes en las piezas o esfuerzos residuales (es decir, esfuerzos que afectan las propiedades del material, pero que físicamente no se observan en el elemento), ya sea por esfuerzos o golpes, por lo que se recomienda almacenarlas sobre plataformas adecuadas.

## **14. DISPOSICIONES GENERALES**

- 14.1. Para toda estructura metálica se deberán seguir las especificaciones y códigos indicados en estas normas.
- 14.2. Para estructuras de concreto se deberá seguir las especificaciones mostradas en el capítulo 2 *NTT-NTDCEC*.
- 14.3. Cualquier disposición que no incluyan las presentes normas, o conflictos, deberán solucionarse por el Departamento de Normas y Proyectos Estructurales.