

2014

NORMAS Y ESPECIFICACIONES
PARA ESTUDIOS, PROYECTOS,
CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES

VOLUMEN 6
Edificación

TOMO IV
Estructuras

VOLUMEN 6. EDIFICACIÓN
TOMO IV. ESTRUCTURAS

ÍNDICE	1
1 REFERENCIAS	2
2 DEFINICIÓN	2
3 ACERO ESTRUCTURAL.....	2
3.1 Definición	2
3.2 Requisitos de ejecución	2
3.3 Equipo	11
3.4 Medición	11
3.5 Base de pago.....	11
4 ESTRUCTURAS DE ACERO	12
4.1 Definición	12
4.2 Requisitos de ejecución	12
4.3 Equipo	12
4.4 Medición	13
4.5 Base de pago.....	13
5 ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO.....	13
5.1 Definición	13
5.2 Requisitos de ejecución	13
5.3 Medición	16
5.4 Base de pago.....	16
6 ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRESFORZADO	17
6.1 Definición	17
6.2 Requisitos de ejecución	17
6.3 Equipo	21
6.4 Medición	21
6.3 Base de pago.....	21
7 ESTRUCTURAS DE MADERA.....	22
7.1 Definición	22
7.2 Requisitos de ejecución	22
7.3 Medición	23
7.4 Base de pago.....	23

1. REFERENCIAS

Existen conceptos que intervienen o pueden intervenir en las estructuras y que son tratados en otros tomos de este Volumen; dichos conceptos deberán sujetarse, en lo que corresponda, a lo indicado en las Generalidades del Tomo I para los materiales, ejecución, medición y base de pago.

CONCEPTO	TOMO	NUMERAL
Generalidades.	Tomo I	1
Señalamiento de protección en obras.	Tomo II	2.16
Concreto Hidráulico.	Tomo III	2
Cimbra.	Tomo III	4
Acero para Concreto Hidráulico.	Tomo III	5

2. DEFINICIÓN

Las estructuras son el conjunto de elementos resistentes que forman el armazón o esqueleto de un edificio.

3. ACERO ESTRUCTURAL

3.1 DEFINICIÓN

El acero estructural es el constituido por placas y perfiles laminados de línea comercial; los elementos metálicos son los complementarios para efectuar las uniones, como son remaches, pernos, tornillos, tuercas, rondanas y soldadura.

3.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN

El contratista presentará para su aprobación los planos de taller correspondientes, quedando bajo su exclusiva responsabilidad la correcta fabricación de las piezas, de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

El contratista facilitará el acceso al sitio de fabricación de las piezas, para que el personal que asigne el Instituto verifique el cumplimiento del proyecto en tiempo y calidad, los procedimientos de construcción y pueda efectuar los muestreos y pruebas que considere necesarias.

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se soldará:

B.1. Cuando el metal base por soldar esté húmedo, expuesto a la lluvia, vientos fuertes u otras condiciones meteorológicas desfavorables.

B.1. Cuando la temperatura del metal base por soldar sea inferior a menos siete (-7) grados Celsius. Cuando la temperatura del metal base esté entre cero (0) y menos siete (-7) grados Celsius, se permitirá el precalentamiento de éste hasta una temperatura mínima de veinte (20) grados Celsius, manteniéndola durante toda la operación de soldadura.

Antes de comenzar las operaciones de soldadura en uniones soldadas a tope, en miembros laminados o compuestos de sección transversal en forma de “H”, “I” o de cajón, o en cualquier miembro en el que se espere que se presenten grandes esfuerzos por contracción o distorsión, el contratista formulará un procedimiento de soldadura donde se fijará la secuencia de las operaciones, así como el control de dichos esfuerzos; este procedimiento se presentará al Instituto para su aprobación antes de iniciar los trabajos de soldadura.

a. Fabricación y habilitación

Las características y dimensiones de los elementos y de sus partes, cumplirán con lo establecido en el proyecto.

Los cortes se harán con soplete sólo si así lo indica el proyecto o lo aprueba el Instituto.

Cuando el soplete sea guiado automáticamente, no será necesario cepillar mecánicamente los cantos obtenidos, a menos que el proyecto indique un acabado de tal naturaleza.

Todo el material que sea utilizado para la fabricación y habilitación de piezas de acero estructural y elementos metálicos, se enderezará previamente, excepto en los casos en que por las condiciones del proyecto tengan forma curva.

El enderezado se hará de preferencia en frío, por medios mecánicos; cuando así lo indique el proyecto o lo apruebe el Instituto, podrá aplicarse calor en zonas localizadas. La temperatura de las zonas calentadas no será mayor de seiscientos cincuenta (650) grados Celsius.

La preparación de los bordes de piezas en los que se vaya a depositar soldadura podrá efectuarse con soplete.

Los extremos de piezas que transmiten compresión por contacto directo se prepararán por medio de cortes muy cuidadosos, cepillado u otros medios que proporcionen un acabado tal, que dicho contacto sea uniforme.

b. Remaches, tornillos y pernos

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el Instituto, el diámetro de los agujeros será de uno punto seis (1.6) mm mayor que el diámetro nominal de remaches y tornillos no acabados. Los agujeros que tengan que admitir remaches mayores, se rimarán y no se permitirá el uso de botador para ello.

Las partes que se vayan a unir, previamente a la colocación de los tornillos, deberán presentarse con pasadores o pernos.

Los tornillos, roldanas y tuercas se colocarán a la presión que fije el proyecto mediante el uso de la herramienta adecuada.

Los agujeros se pueden hacer al diámetro requerido mediante punzón, siempre y cuando el espesor del material sea menor de diecinueve (19) mm y mayor que el diámetro nominal del remache o tornillo.

Cuando el espesor del material sea mayor de diecinueve (19) mm, los agujeros se realizarán mediante taladro, de tal forma que queden bien apareados.

Los remaches se colocarán con máquina, con las cabezas completas, en forma de casquete esférico, de tamaño uniforme para cada diámetro. A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el Instituto, los remaches se calentarán para que al momento de su colocación estén a una temperatura entre quinientos cuarenta (540) y mil sesenta (1060) grados Celsius.

Las cabezas de los remaches estarán en contacto pleno con las superficies de las piezas unidas, concéntricas con los agujeros, proporcionando ajuste entre el remache y las piezas. Los remaches que queden flojos se botarán y reemplazarán por cuenta y costo del contratista. El botador no maltratará el material, ni ensanchará los agujeros.

Todas las partes que se vayan a remachar se unirán por medio de pernos o tornillos, con el número establecido en el proyecto o aprobado por el Instituto, mientras dure esta operación.

En el caso de elementos con pernos a presión, las características del perno que se utilice, así como las presiones para su colocación, serán establecidas en el proyecto o aprobadas por el Instituto. En estos casos el perno no se calentará, a menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el Instituto.

c. Soldadura

El responsable de la calificación de los soldadores debe ser el fabricante o contratista para lo cual efectuará las pruebas requeridas de acuerdo al Código AWS D1.1 para Aceros Estructurales a fin de calificar los procedimientos de soldadura.

Para los elementos soldados, el tipo de metal de aporte, metal base y los procedimientos que se utilicen en la ejecución, serán los establecidos en el proyecto.

Las superficies por soldar estarán libres de escamas sueltas, escoria, óxido, grasa, humedad o cualquier otro material extraño, para producir superficies tersas, uniformes, libres de rebabas, sin desgarraduras, grietas u otros defectos que puedan disminuir la eficiencia de la junta.

La superficie comprendida dentro de una distancia mínima de cinco (5) cm alrededor de una junta por soldar, estará libre de cualquier recubrimiento que impida una soldadura apropiada o produzca gases perjudiciales durante la operación.

Cuando se utilice soldadura de filete, las piezas se pondrán en su posición tan cerca como sea posible y en ningún caso estarán separadas más de cinco (5) mm. Si la separación es igual o mayor de uno punto seis (1.6) mm, el tamaño del filete de soldadura se aumentará en una cantidad igual a la separación.

La separación entre las superficies en contacto de juntas traslapadas, así como las de placas de juntas a tope con la placa de retención, no excederán de uno punto seis (1.6) mm. El ajuste de las juntas que no estén selladas por soldadura en toda su longitud, se hará de tal forma que una vez pintadas, no permitan el paso del agua.

A menos que el proyecto indique otra cosa, no se permitirá el empleo de placas de empaque.

Cuando se utilice soldadura de ranura a tope, las piezas se alinearán cuidadosamente, procurando evitar el efecto de la flexión originada por excentricidad en el alineamiento de la junta. Cuando así lo establezca el proyecto, se ordenará la revisión de las soldaduras de ranura por medio de radiografías u otro procedimiento no destructivo aprobado por el Instituto.

Las partes por soldar se mantendrán en su posición correcta hasta terminar el proceso de soldadura, lo que se logrará mediante el uso de pernos, prensas, cuñas, tirantes, puntales u otros dispositivos adecuados o mediante puntos provisionales de soldadura. En todos los casos se tendrá en cuenta la tolerancia adecuada para el alabeo y la contracción.

Los puntos de soldadura se limpiarán y fundirán completamente con la soldadura definitiva y las soldaduras provisionales se removerán con esmeril hasta emparejar la superficie original.

Las soldaduras de pasadas múltiples tendrán sus extremos en cascada. Los cordones de soldadura que se consideren defectuosos se eliminarán antes de colocar el siguiente cordón.

El ensamblado, unión y soldadura de las partes de un elemento de acero estructural, se hará de tal forma que se eviten deformaciones innecesarias y que se reduzcan al mínimo los esfuerzos por contracciones.

Siempre que sea posible, la soldadura se hará siguiendo un orden tal, que el calor aplicado en los lados de la pieza quede balanceado durante el desarrollo del proceso.

Siempre que sea posible, la soldadura se hará en posición horizontal, partiendo de los puntos donde las piezas estén relativamente fijas, hacia los puntos donde tengan una mayor libertad relativa de movimiento.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el Instituto, durante el proceso de los trabajos de soldadura, el metal base se precalentará de acuerdo con las temperaturas

indicadas en la siguiente Tabla:

Tabla 1. Temperatura de precalentamiento del metal base

ESPESOR DE LA PARTE MÁS GRUESA EN EL PUNTO DE SOLDADURA (MM)	TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO MÍNIMA Y TEMPERATURAS DE PASOS SUCESIVOS				
	SOLDADURA AL ARCO CON ELECTRODOS QUE NO SEAN DE BAJO HIDRÓGENO ^{1/}		SOLDADURAS AL ARCO CON ELECTRODOS METÁLICOS RECUBIERTOS DE BAJO HIDRÓGENO Y SOLDADURA CON ARCO SUMERGIDO ^{2/}		
	ACERO ESTRUCTURAL				
	A-36	A-373 (PARA SER SOLDADO)	A-36	A-373 (PARA SER SOLDADO)	A-41 (ALTA RESISTENCIA Y BAJA ALEACIÓN DE MANGANESO Y VANADIO)
De 0 a 25	94°C	10°C	38°C	10°C	38°C
De 26 a 50	No se permite	38°C	38°C	10°C	38°C
Más de 50	No se permite	94°C	94°C	38°C	94°C

1/ Electrodos del Tipo E 60XX, E70XX

2/ Electrodos del Tipo EXX15, 16, 18 ó 20, de arco sumergido con fundente seco

La soldadura al arco eléctrico es la aplicación de un material de aporte o soldadura para unir dos o más piezas de acero estructural o de acero de refuerzo, que se denominan material base, mediante el procedimiento de arco manual o el procedimiento de arco sumergido (S).

Según la posición de las piezas por soldar, las juntas se clasifican en juntas a tope (B), junta en “T” (T), junta en esquina (C) y junta traslapada; dependiendo de la forma de la junta, la soldadura puede ser de ranura rectangular, de ranura en “V” simple, de ranura en “V” doble, de ranura en bisel simple, de ranura en bisel doble, de ranura en “U” simple, de

ranura en “U” doble, de ranura en “J” simple, de ranura en “J” doble y de filete.

Para el procedimiento de arco manual se usarán electrodos recubiertos o con fundente en el núcleo.

Para el procedimiento de arco sumergido (S) se usarán electrodos desnudos con fundente adecuado.

La resistencia a la tensión del material de aporte será igual que la del material base o ligeramente mayor, en lo referente a los esfuerzos máximo y en el punto de fluencia, con una ductilidad similar.

La cara de la raíz de las juntas podrá ser de cero (0) a tres punto dos (3.2) mm, a menos que el proyecto indique otra dimensión.

La separación en la raíz de las juntas será la mínima conveniente, pudiendo variar entre cero (0) y tres punto dos (3.2) mm.

El ángulo de la ranura será el mínimo especificado, pudiendo aumentarse en diez (10) grados como máximo.

El radio de las ranuras en “U” y “J”, como se muestra en la Figura 4 de esta Norma, será el mínimo especificado, pudiendo aumentarse en tres punto dos (3.2) mm como máximo.

Las dimensiones de las preparaciones de ranura a tope para arco sumergido, cumplirán con lo siguiente:

Cuando el espesor del material base esté marcado en la junta precalificada (espesor limitado), dicho espesor será el máximo que pueda usarse.

La cara de la raíz de las juntas será la máxima especificada. En las juntas cerradas, la separación en la raíz será de cero (0).

La separación en la raíz de juntas con placas de respaldo, será la mínima especificada con las tolerancias señaladas en la tabla 1 de esta Norma.

TABLA 1 Tolerancias en las dimensiones de las preparaciones de juntas soldadas

CONCEPTO	ARCO MANUAL Y ARCO SUMERGIDO	
	EN MENOS	EN MÁS
Hombro cara de la raíz, mm.	0.0	1.6
Separación en la raíz(s), mm	0.0	1.6.
Separación en la raíz(s) de juntas con placas de respaldo, mm	0.0	1.6
Angulo de la ranura (\square)°.	0.0	10
Radio de las ranuras (r) en "U" y "j", mm	0.0	3.2

El ángulo de la ranura será el mínimo indicado, pudiendo aumentarse en diez (10) grados como máximo.

El radio de las ranuras en "U" será el mínimo especificado.

Para juntas en "T" y en esquina, se aplicarán las tolerancias indicadas en la Tabla 1 de esta Norma.

Las dimensiones de la separación para soldadura de ranura, que varíen respecto a las indicadas en los planos de detalle, en una cantidad mayor que las tolerancias mostradas en la Tabla 1 de esta Norma, se someterán a la aprobación del Instituto.

Para arco manual, no se usarán soldaduras de ranura con preparación en bisel o en "J", excepto cuando se realicen en posición horizontal, en cuyo caso la pieza superior de la junta será la biselada.

En las juntas de filete, el tamaño mínimo de éste, para evitar el agrietamiento del cordón, cumplirá con lo indicado en la Tabla 2 de esta Norma.

TABLA 2 Tamaño mínimo de soldadura de filete

ESPESOR MAYOR DE LAS PLACAS POR UNIR	TAMAÑO MÍNIMO DEL FILETE DE LA SOLDADURA
Hasta 6.4	3.2
Más de 6.4 hasta 12.7	4.8
Más de 12.7 hasta 19.1	6.4
Más de 19.1 hasta 38.1	7.9
Más de 38.1 hasta 57.1	9.5
Más de 57.1 hasta 152.0	12.7
Más de 152.0	15.9

El tamaño de soldadura de filete, a lo largo de las orillas del material con espesor menor de seis punto cuatro (6.4) mm, podrá ser igual al espesor del material base. El tamaño de la soldadura, a lo largo de las orillas del material con espesor de seis punto cuatro (6.4) mm o mayor, será de uno punto cinco (1.5) mm menor que el espesor del material base, a menos que la soldadura esté especialmente indicada en los planos para cubrir hasta la orilla y obtener el espesor máximo de la selección crítica.

La preparación del material base para las juntas cumplirá con los siguientes requisitos de acabado:

Las caras de la preparación serán tersas y uniformes, estarán libres de rebabas, grietas u otros defectos. Las superficies que vayan a soldarse no tendrán escamas sueltas, escoria, óxido, grasa, humedad o cualquier material que perjudique el proceso de la soldadura. Se pueden admitir escamas de laminación que resistan un tratamiento vigoroso con cepillo de alambre de acero, así como una ligera capa de aceite secante o de recubrimiento inhibidor de óxido. Sin embargo, también dichas escamas de laminación se removerán cuando se usen electrodos con

recubrimiento de bajo hidrógeno o se aplique el sistema de arco sumergido. Todas las superficies localizadas a distancias menores de cinco (5) cm de cualquier soldadura estarán libres de pintura o materiales perjudiciales.

Previa autorización del Instituto, en la preparación de las juntas se podrá sustituir el maquinado por el uso de arco aire.

Los cortes con oxiacetileno se realizarán con un equipo de soplete guiado y las orillas tendrán un acabado semejante al del cepillado mecánico; se respetarán las dimensiones del proyecto, corregirán las irregularidades y eliminarán la escoria producto del corte.

Solamente se permitirán cortes con soplete manual cuando no pueda utilizarse el soplete guiado y siempre que se cuente con un operador de habilidad reconocida. Las orillas obtenidas por el proceso de corte con soplete manual se terminarán con las características exigidas para el corte con soplete guiado.

En los extremos a tope de barras y varillas de acero corrugado, se recomienda efectuar las preparaciones mediante segueta u oxiacetileno, dándoles un acabado con esmeril manual. Cuando se trate de barras y varillas torcidas en frío, no se empleará oxiacetileno.

Juntas Soldadas

Las juntas soldadas cumplirán con los siguientes requisitos o de lo contrario serán rechazadas.

Las juntas a tope con separación estarán completamente llenas de soldadura en toda su sección transversal.

Para las soldaduras de ranura se usarán placas de prolongación.

Las soldaduras de ranura tendrán que haber sido hechas por los dos lados de las juntas, excepto en miembros secundarios

que no estén sujetos a esfuerzos importantes o que se trate de juntas precalificadas con placa de respaldo.

Las soldaduras de ranura se harán sin interrupciones.

Las soldaduras de filete en puentes se harán sin interrupciones, excepto cuando se usen para unir atiesadores a traveses, en cuyo caso se cumplirán las siguientes recomendaciones:

La longitud mínima de cada soldadura será de cuatro (4) cm.

Por lo menos se soldará el veinticinco (25) por ciento de la junta.

El espacio libre entre soldaduras será como máximo, doce (12) veces el espesor de la parte más delgada, pero nunca mayor de quince (15) cm.

El cordón de filete interrumpido tendrá soldadura en cada extremo de la junta.

Para que las juntas puedan considerarse aceptadas, cumplirán con los siguientes requisitos, tanto de inspección de la obra como de laboratorio.

En la prueba de tensión de las juntas, los esfuerzos en el punto de fluencia y el máximo serán iguales o mayores que los especificados para el metal base y la ductilidad, independientemente de que alguna junta soldada cumpla con los requisitos de resistencia, si presenta defectos de ejecución graves o si en la prueba de tensión se obtienen alargamientos pequeños o nulos, que indiquen fragilidad de la junta, ésta será rechazada.

En la prueba de doblado, el comportamiento de la soldadura será similar al de metal base. Las soldaduras que se agrieten en la parte posterior de la porción doblada serán rechazadas.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA ESTUDIOS, PROYECTO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIONES

Las juntas soldadas no presentarán grietas, ni en el metal base, ni en el metal depositado. La presencia de tales defectos, será causa suficiente de rechazo.

La soldadura de ranura en juntas a tope tendrá un refuerzo (R) ligero que no exceda de tres punto dos (3.2) mm.

Las soldaduras de ranura no presentarán defectos de sección crítica insuficiente, convexidad excesiva, socavación y traslape o sobremonta.

Las juntas de filete no presentarán defectos de sección crítica insuficiente, convexidad excesiva, socavación, traslape o sobremonta o lado insuficiente.

En cualquier tipo de junta, la socavación no será mayor de cero punto veinticinco (0.25) mm de profundidad, cuando su dirección sea transversal a la del esfuerzo principal, ni de cero punto ocho (0.8) mm de profundidad, cuando su dirección sea paralela a la del esfuerzo principal.

Habrà fusión completa entre el metal de aporte y el metal base, así como entre los diferentes cordones de soldadura. Los cráteres se llenarán hasta completar la sección transversal de la soldadura.

Se tendrán en cuenta las siguientes tolerancias para los defectos de porosidad, inclusión de escoria y falta de fusión o de penetración de la soldadura.

Los defectos de porosidad o falta de fusión de la soldadura no excederán de uno punto seis (1.6) mm en su dimensión máxima y la suma de las dimensiones máximas de los defectos señalados, no será mayor de siete (7) mm en cualquier tramo de soldadura de dos (2) centímetros de longitud.

Cuando la dimensión máxima de los defectos de porosidad, falta de fusión o de penetración, sea igual que uno punto seis (1.6) mm o mayor.

Las juntas soldadas no presentarán grietas, ni en el material base ni en el material de aporte. La presencia de tales defectos será causa suficiente de rechazo. En caso de que la junta soldada presente un defecto, a juicio del Instituto, podrá aceptarse si se hacen las siguientes correcciones:
La convexidad excesiva podrá corregirse eliminando el exceso de metal de la soldadura, mediante un procedimiento aprobado por el Instituto.

Cuando se presenten concavidades excesivas de la soldadura, cráteres, dimensiones insuficientes o socavaciones, podrá depositarse material de aporte adicional, previa limpieza de la junta.

En los casos de excesiva porosidad de la soldadura, inclusiones de escoria o fusión incompleta, podrá eliminarse toda la soldadura defectuosa mediante un procedimiento aprobado por la Secretaría y depositarse nuevo material de aporte, después de haber preparado correctamente la junta. No se autorizará la reparación cuando la preparación de la junta, antes de volver a soldar, quede fuera de las dimensiones indicadas en esta Norma, en el proyecto o por el Instituto.

Cuando se presenten grietas en la soldadura o en el material base, se reconstruirá toda la junta, a menos que la profundidad y extensión de las grietas se pueda determinar con precisión mediante radiografía o cualquier otro procedimiento adecuado, en cuyo caso se removerá toda la soldadura de la zona defectuosa, más una longitud de cinco (5) cm a cada lado de la misma. No se autorizará la reparación cuando la preparación de la junta, antes de volver a soldar, quede fuera de las dimensiones indicadas en esta Norma, en el proyecto o por el Instituto.

Si la suma de las longitudes de las zonas de la junta, donde aparecen los defectos en la soldadura, es hasta del sesenta (60) por ciento de la longitud de dicha junta, se podrá reparar la zona defectuosa aisladamente, removiendo el material de aporte y volviendo a rellenar.

Si la suma de las longitudes de las zonas de la junta, donde aparecen los defectos en la soldadura, es mayor del sesenta (60) por ciento de la longitud de dicha junta, se eliminará la zona de la junta y se colocará un injerto.

En caso de juntas de ranura en varillas de acero de refuerzo, la reparación se hará eliminando exclusivamente la zona soldada y haciendo nuevamente la preparación para repetir la soldadura.

Los elementos estructurales que se hayan deformado durante el proceso de soldadura, se enderezarán y rectificarán por medios mecánicos sin impactos o por la aplicación local cuidadosa de una cantidad limitada de calor. Cuando se utilice el segundo procedimiento, se mantendrá una supervisión a base de pirómetros, lápices térmicos u otros métodos adecuados; la temperatura de las áreas calentadas no será mayor de seiscientos cincuenta (650) grados Celsius, que corresponde al rojo cereza; además, antes de calentar las piezas para enderezarlas, no estarán sujetas a fuerzas exteriores, excepto las utilizadas en el procedimiento de enderezado.

d. Pruebas de Calidad

Las pruebas de verificación de calidad de las uniones soldadas se realizarán mediante métodos no destructivos y destructivos:

d.1. Métodos no destructivos

Medidores de dimensión (escantillón)

Es el método usado para medir el refuerzo y la socavación en soldaduras de ranura, así como el tamaño y la sección crítica

en las soldaduras de filete. Se medirá el (40) por ciento del total de las uniones con soldadura de ranura o de filete.

Líquidos penetrantes

Es el método usado para descubrir fallas por discontinuidades, tales como hendiduras, poros y porosidades, que puede tener la superficie en la zona en que se efectuó una unión con soldadura de arco eléctrico. Consiste en aplicar el líquido penetrante en la zona por evaluar previamente limpiada y una vez que haya secado el líquido penetrante se aplica un material absorbente o polvo suspendido en un medio acuoso como revelador. El número de juntas necesarias para evaluar la calidad de la soldadura mediante líquidos penetrantes, será del cuarenta (40) por ciento en soldadura de ranura o de filete.

Partículas magnéticas

Es el método usado para detectar fracturas, porosidades, costuras, inclusiones, falta de fusión y otras discontinuidades superficiales y por debajo de la superficie de la soldadura. Consiste en crear un campo magnético en la zona por evaluar, aplicar partículas magnéticas y examinar si hay acumulación de éstas sobre la superficie, lo cual indica la existencia de defectos. Se evaluarán mediante este método el (40) por ciento del total de las uniones con soldadura de ranura o de filete.

Medidores de ultrasonido

Método que emplea vibraciones mecánicas de alta frecuencia para detectar discontinuidades superficiales e internas de uniones con soldadura de arco eléctrico. Consistente en aplicar un haz de energía ultrasónica sobre la superficie de la unión mediante un transductor, este haz rebota cuando choca con la superficie posterior del elemento probado o con sus discontinuidades internas y se registran como una línea en una pantalla de un osciloscopio de rayos catódicos.

Se evaluará la totalidad de las juntas con soldadura de ranura sujetas a esfuerzos principales de tensión y en el cuarenta (40)

por ciento de las juntas de ranura restantes.

No se efectuarán evaluaciones en soldaduras de filete mediante ondas ultrasónicas, a menos que sea para justificar la aceptación de las juntas soldadas, de las que, una vez evaluadas mediante otros medios, se tengan dudas de su calidad, en cuyo caso el número de juntas por muestrear será la totalidad de las que se obtuvieron resultados dudosos.

Placas radiográficas

Es el método que utiliza rayos X o gamma invisible para obtener una fotografía de los defectos internos, tales como porosidades, inclusiones, fracturas y vacíos en el interior de las uniones soldadas.

Solamente se utilizará la técnica radiográfica para la aceptación de juntas de ranura con penetración completa.

Se tomarán placas radiográficas en la totalidad de las juntas con soldadura de ranura sujetas a esfuerzos principales de tensión y en el treinta (30) por ciento de las juntas de ranura restantes.

No se efectuarán evaluaciones en soldaduras de filete mediante radiográficas, a menos que sea para justificar la aceptación de las juntas soldadas, de las que una vez evaluadas mediante otros medios, se tengan dudas de su calidad, en cuyo caso el número de juntas por muestrear será la totalidad de las que se obtuvieron resultados dudosos.

La inspección radiográfica se realizará en presencia de un representante del Instituto.

Se identificarán debidamente. Además se usarán penetrómetros, que permitan asegurar la detección de defectos con tamaños menores del dos (2) por ciento del espesor de la parte más delgada de la junta. Las radiografías mostrarán el agujero más pequeño de los diferentes penetrómetros, el

número de identificación de éstos, las marcas de identificación y la localización de las radiografías.

Se guardarán en sobres de papel, protegidas con bolsas de polietileno y se identificarán con el número o nomenclatura de la placa, fuente empleada para obtener la impresión de las placas; ubicación del elemento estructural donde fue tomada la placa y datos de la obra.

Estarán limpias, sin ralladuras u otros defectos. La densidad mínima de las radiografías será de uno punto cinco (1.5) por ciento y no excederá de dos punto cinco (2.5) por ciento. Además, la densidad en cualquier área continua de espesor constante, no variará en más de cero punto cinco (0.5) por ciento.

d.2. Métodos destructivos

Las juntas soldadas se prueban para asegurar su resistencia, tenacidad y calidad, mediante pruebas mecánicas que son pruebas destructivas útiles para calificar procedimientos y trabajos de soldadura, así como a los aspirantes a soldador.

Equipo arco-aire

Es el método mediante el cual se verifica la presencia de material nocivo en las uniones soldadas.

Pruebas de sanidad

Mediante las cuales se conoce la uniformidad de la estructura interna de las soldaduras, mediante la ruptura a flexión de probetas.

Pruebas de resistencia a la tensión

Con las que se conoce la resistencia a la tensión de probetas obtenidas de juntas soldadas, que incluyen tanto el material base como el aporte.

e. Acabado

Las piezas se limpiarán de tal forma que queden libres de

escamas sueltas, escoria, óxido, grasa, humedad o cualquier otro material extraño.

Cuando así lo establezca el proyecto, las piezas se protegerán contra el fuego para evitar pérdidas de resistencia ocasionadas por altas temperaturas. El tipo y las propiedades de la protección utilizada se determinarán de acuerdo con las características del elemento estructural, su uso y lo indicado en el proyecto.

Una vez que la supervisión haya inspeccionado y aprobado los elementos estructurales y sus partes, se les aplicará la pintura o capa de protección establecida en el proyecto.

Al aplicar la pintura, las superficies estarán completamente libres de humedad y se cubrirán completamente, excepto cuando vayan ahogadas en concreto o se vayan a soldar posteriormente; en este último caso, se dejarán sin pintar los cantos por soldar y las superficies adyacentes a los mismos, aplicándose únicamente una capa de protección con el material establecido en el proyecto.

3.3 EQUIPO

El equipo que se utilice para la fabricación y habilitación de acero estructural y elementos metálicos será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto y en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución.

C.1. Punzón o broca

El punzón o la broca empleados para taladrar, serán de un diámetro superior en uno punto seis (1.6) mm, respecto al nominal del remache o tornillo no acabado.

C.2. Remachadoras

Las remachadoras serán del tipo de operación manual, neumática, hidráulica o eléctrica, con la capacidad de

calentar el remache a una temperatura de mil sesenta (1060) grados Celsius.

C.3. Equipo de corte

Seguetas y sierras circulares para el corte en frío de los elementos de acero. Cuando el proyecto indique el corte en caliente o el Instituto lo apruebe, se usarán sopletes guiados mecánicamente, preferentemente automáticos, que garanticen un acabado uniforme.

C.4. Equipo para soldar

El equipo para soldar será el apropiado para aplicar eficazmente el metal de aporte, según el tipo de soldadura que establezca el proyecto.

3.4 MEDICIÓN

La fabricación y habilitación de piezas de acero estructural y elementos metálicos se medirá tomando como unidad el kilogramo (kg) de acero estructural o elemento metálico terminado, según su tipo.

3.5 BASE DE PAGO

La fabricación y habilitación de piezas de acero estructural y elementos metálicos se pagará al precio fijado en el contrato para el kilogramo (kg) de acero estructural o elemento metálico terminado, según su tipo. Este precio unitario deberá incluir todo lo que corresponda por: equipo, herramienta; mano de obra; materiales; incluyendo mermas, descalibres y desperdicios; remaches, pernos, tornillos, tuercas, rondanas o soldaduras y demás accesorios necesarios para la fabricación y habilitación de las piezas de acero estructural y elementos metálicos, conforme a lo indicado en el proyecto, antioxidantes y pinturas; cargas, transporte y descargas de todos los materiales hasta el sitio de fabricación o habilitación; fabricación y habilitación de las piezas de acero estructural y elementos metálicos, incluyendo limpieza del acero; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

En el caso de conceptos de obra que incluyan la fabricación y habilitación de piezas de acero estructural y elementos metálicos como parte de su ejecución, éstas se incluirán dentro del precio unitario del concepto de obra de que se trate.

4. ESTRUCTURAS DE ACERO

4.1 DEFINICIÓN

Las estructuras de acero son las formadas por uno o varios elementos, simples o compuestos, de acero estructural, unidos por remaches tornillos, pernos, presión o soldadura.

4.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN

Los requisitos de ejecución serán iguales a los considerados en el numeral 3. Acero Estructural de este Tomo.

a. Fabricación y habilitación

La fabricación y habilitación del acero estructural y los elementos metálicos, se ejecutarán considerando lo establecido en el numeral 3. Acero Estructural de este Tomo.

Se tendrá especial cuidado en la carga, transporte y descarga de las piezas evitando que sufran daños, flambes y deformaciones.

El procedimiento de montaje será fijado por el proyecto y/u ordenado por la supervisión

Los equipos mecánicos que produzcan vibraciones dañinas a la estructura, se aislarán de tal manera que la transmisión de las vibraciones a elementos críticos de la estructura se elimine o se reduzca a límites aceptables de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por el Instituto.

b. Remaches, tornillos y pernos

Las uniones con remaches, tornillos, pernos o soldadas se ejecutarán considerando lo establecido en el numeral 3. Acero Estructural de este Tomo.

Todas las soldaduras de campo del tipo de ranura al tope se revisarán por medio de radiografías u otro procedimiento no destructivo aprobado por el Instituto.

c. Acabado

Las piezas en la estructura, se limpiarán de tal forma que queden libres de escamas sueltas, escoria, óxido, grasa, humedad o cualquier otro material extraño.

Una vez que la supervisión haya inspeccionado y aprobado los elementos estructurales ya montados y sus partes, se les aplicará la pintura o capa de protección establecida en el proyecto.

Al aplicar la pintura las superficies estarán completamente libres de humedad y se cubrirán completamente.

4.3 EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de estructuras de acero, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto y en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución.

C.1. Remachadoras

Las remachadoras serán del tipo de operación manual, neumática, hidráulica o eléctrica, con la capacidad de calentar el remache a una temperatura de mil sesenta (1060) grados Celsius.

C.2. Equipo para soldar

El equipo para soldar será el apropiado para aplicar eficazmente el metal de aporte, según el tipo de soldadura que establezca el proyecto.

4.4 MEDICIÓN

La construcción de estructuras de acero se medirá tomando como unidad el kilogramo (kg) de estructura de acero terminada, según su tipo.

4.5 BASE DE PAGO

El precio unitario deberá incluir todo lo que corresponda por: equipo, herramienta; mano de obra; materiales; fabricación y habilitación del acero estructural y demás elementos metálicos mermas, descalibres y desperdicios, remaches, pernos, tornillos, tuercas, rondanas o soldaduras y demás accesorios necesarios para la sujeción y atise de la estructura, conforme a lo indicado en el proyecto, cargas, transporte y descargas de todos los materiales hasta el sitio de utilización en la obra; montaje de la estructura, incluyendo todas las maniobras necesarias, el izamiento a cualquier altura del acero estructural y elementos metálicos y la sujeción de las piezas conforme a lo indicado en el proyecto; limpieza del acero; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

5. ESTRUCTURAS DE CONCRETO REFORZADO

5.1 DEFINICIÓN

Las estructuras de concreto reforzado son las formadas por la combinación de concreto hidráulico y acero de refuerzo, para integrar una estructura con las propiedades que cada uno de ellos aporta. Las estructuras de concreto reforzado pueden ser elementos colados en el sitio o elementos precolados.

5.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN

Para los elementos colados en sitio, se observará lo dispuesto en el Tomo III Cimentaciones, numerales 2. Concreto Hidráulico y 5. Acero para Concreto Hidráulico.

En el caso de elementos precolados, el contratista facilitará el acceso al sitio de fabricación de las piezas, para que el personal que asigne el Instituto verifique el cumplimiento del proyecto en tiempo y calidad, así como los procedimientos de construcción y pueda efectuar los muestreos y pruebas que considere necesarias.

El tipo, dimensiones, características y ubicación del acero de refuerzo adicional y de presfuerzo, así como los dispositivos para su colocación y tensado, serán los establecidos en el proyecto y aprobados por el Instituto.

La habilitación y colocación del acero de presfuerzo así como del refuerzo adicional, se ejecutarán considerando lo establecido en el Tomo III Cimentaciones, numeral 5. Acero para Concreto Hidráulico.

El tipo y características del concreto hidráulico, serán los establecidos en el proyecto o aprobados por el Instituto y su fabricación se ejecutará considerando lo establecido en el Tomo III Cimentaciones, numeral 2. Concreto Hidráulico.

Durante la fabricación de estructuras de concreto reforzado, se observarán las siguientes disposiciones:

a. Elementos estructurales aligerados

El tipo y características de los dispositivos para aligerar elementos estructurales, serán los establecidos en el proyecto.

No se aceptará el uso de dispositivos que presenten grietas, deformaciones o desportilladuras.

Durante la colocación y acomodo del concreto, se tendrá especial cuidado para evitar deformaciones en los dispositivos aligerantes, garantizar el acomodo de la mezcla y obtener un buen acabado.

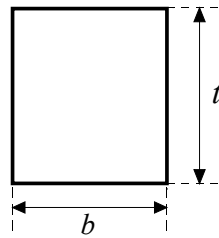
Cuando se requieran formar unidades de dos (2) o más piezas, se unirán firmemente mediante grapas, flejes u otro procedimiento establecido en el proyecto o aprobado por el Instituto.

Previamente al colado, los bloques se humedecerán, a menos que el proyecto indique otra cosa.

Se tendrá especial cuidado en el vibrado del concreto hidráulico para garantizar el acomodo y compactación de la revoltura sin dañar las piezas y obtener un buen acabado.

b. Geometría

Las dimensiones de cualquier sección transversal de una trabe o columna, no diferirán de las de proyecto en más de cinco centésimas (0.05) de la dimensión para la que se considera la tolerancia más diez (10) milímetros, ni menos de tres centésimas (0.03) de dicha dimensión más tres (3) milímetros (Figura 1.).



SECCIÓN

$$b - (0.03b + 0.3) \leq b' + (0.05b + 1)$$

$$t - (0.03t + 0.3) \leq t' + (0.05t + 1)$$

Donde:

- $b, t =$ Dimensión de proyecto (cm)
- $b', t' =$ Dimensión real (cm)

Figura 1. Tolerancia para la sección transversal de trabes o columnas

El espesor de zapatas, losas, muros y cascarones no diferirá de las dimensiones de proyecto en más de cinco centésimas (0.05) del espesor de la zapata, losa, muro o cascarón más cinco (5) mm ni menos de tres centésimas (0.03) del espesor de la zapata, losa, muro o cascarón más tres (3) mm.

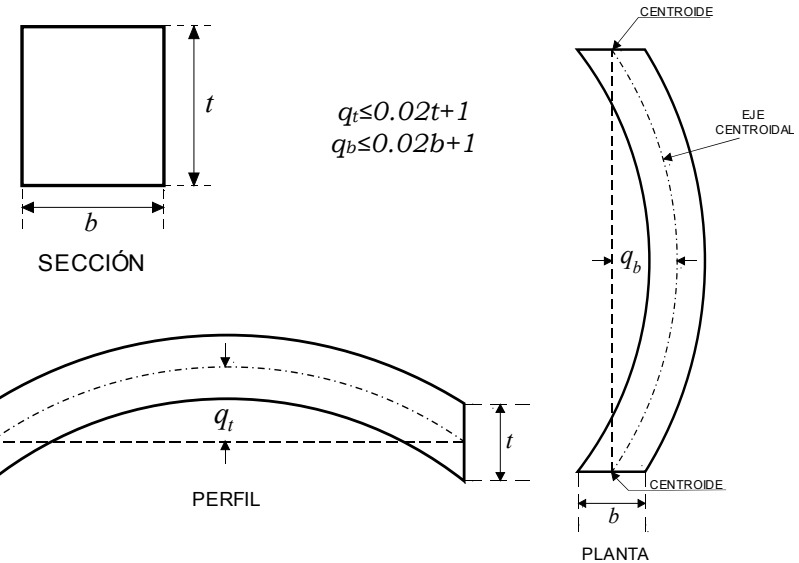
La distancia vertical entre el eje centroidal de una trabe de sección constante y la recta que une los centroides de las

secciones transversales extremas, no excederá de dos centésimas (0.02) del peralte de la trabe más diez (10) mm. En el sentido horizontal no excederá de dos centésimas (0.02) de su ancho más diez (10) mm (Figura 2.).

La distancia entre el eje centroidal de una losa y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, en ambas direcciones, no excederá de dos centésimas (0.02) del espesor de la losa más diez (10) mm (Figura 3.).

El desplome de una columna o el efecto combinado de excentricidad y desplome, no excederá de dos centésimas (0.02) de la dimensión de la columna, en la dirección del desplome, más diez (10) mm (Figura 4.).

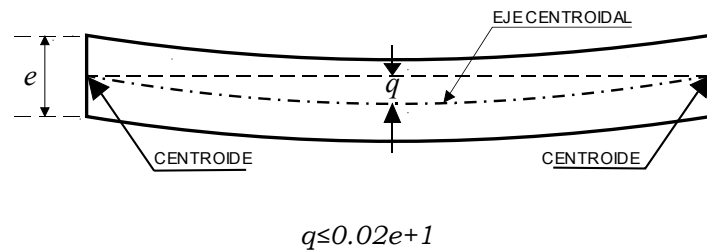
La distancia entre el eje centroidal de una columna y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas no será mayor de una centésima (0.01) de la dimensión de la sección de la columna más cinco (5) mm (Figura 5.).



Donde:

- b = Ancho o patín de mayor dimensión de proyecto (cm)
 t = Peralte de proyecto (cm)
 q_b, q_t = Distancia máxima entre el eje centroidal y la línea que une los centroides extremos (cm)

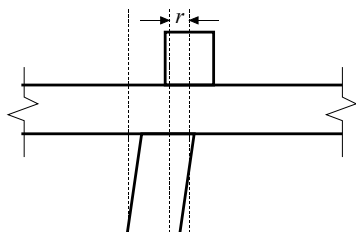
Figura 2. Tolerancia para el combamiento de trabes



Donde:

- q = Distancia máxima entre el eje centroidal y la línea que une los centroides extremos (cm)
 e = Espesor de proyecto de la losa (cm)

Figura 3. Tolerancia para el pandeo de losas

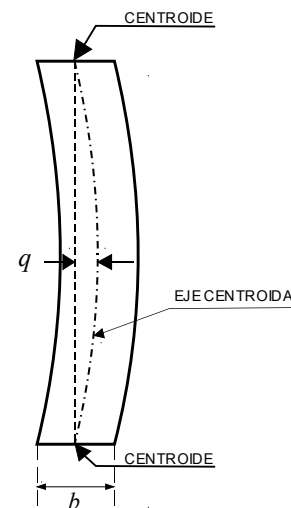


$$r + s \leq 0.02b + 1$$

Donde:

- r = Excentricidad (cm)
 s = Desplome (cm)
 b = Dimensión de proyecto de la columna (cm)

Figura 4. Tolerancia para excentricidad y desplome de columnas



$$q \leq 0.01b + 0.05$$

Donde:

- q = Distancia máxima entre el eje centroidal y la línea que une los centroides extremos (cm)
 b = Dimensión de proyecto de la columna (cm)

Figura 5. Tolerancia para el combamiento de columnas

c. Desviación Angular

La desviación angular de los ejes de simetría de cualquier sección transversal de una trabe o columna respecto a los de proyecto, no excederá de dos grados (2°).

d. Posición

Los ejes de trabes en los elementos de apoyo no diferirán de los

de proyecto en más de dos centésimas (0.02) del ancho de la trabe más cinco (5) mm.

Cuando las trabes tengan un ancho igual que el del apoyo, es decir, que vayan apañadas por ambos lados con los elementos de apoyo, la tolerancia a que se refiere el párrafo anterior se limitará a tres (3) milímetros.

Los ejes de la sección transversal de una columna en su base, no distarán de los de trazo en más de una centésima (0.01) de la dimensión de la sección de la columna, perpendicular al eje de que se trate, más diez (10) mm.

e. Acabado

El concreto será uniforme y libre de canalizaciones, depresiones, ondulaciones o cualquier otro tipo de irregularidades.

Todas las superficies del concreto estarán exentas de bordes, rugosidades, salientes u oquedades de cualquier clase y presentarán el acabado superficial que fije el proyecto.

5.3 MEDICIÓN

Las estructuras de concreto reforzado coladas en el sitio se medirán tomando como unidad el metro cúbico (m³) de concreto reforzado terminado, según su tipo y resistencia

Los elementos estructurales tipo o precolados, se medirán tomando como unidad la pieza (pza) de concreto reforzado terminada y montada, según su tipo y resistencia.

5.4 BASE DE PAGO

La construcción de estructuras de concreto reforzado se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico (m³) o pieza (pza) de concreto reforzado terminados, según su tipo y resistencia. Este precio unitario deberá incluir todo lo que corresponda por: equipo, herramienta; mano de obra; materiales; concreto de refuerzo; acero de refuerzo; valor de

adquisición o fabricación y habilitación de los dispositivos para aligerar columnas, losas u otros elementos estructurales, así como de todos los materiales necesarios para la construcción de estructuras de concreto reforzado; carga, transporte y descargas de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; carga, transporte y descarga de todos los elementos precolados hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; montaje de los elementos precolados, incluyendo todas las maniobras necesarias, así como el izamiento a cualquier altura y la sujeción de dichos elementos conforme a lo indicado en el proyecto; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales y elementos precolados durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

6. ESTRUCTURAS DE CONCRETO PRESFORZADO

6.1 DEFINICIÓN

Las estructuras de concreto presforzado son las formadas por uno o varios elementos de concreto hidráulico sometidos a esfuerzos previos de compresión que alivian o eliminan los esfuerzos de tensión que se producen en condiciones de servicio. Las estructuras de concreto presforzado se clasifican en estructuras postensadas y estructuras pretensadas y pueden ser elementos colados en el sitio o elementos precolados.

6.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN

Para prevenir la corrosión, se prohíbe el uso de aditivos que contengan cloruro de calcio para fabricar el concreto para estructuras presforzadas, especialmente cuando se emplee curado a vapor.

El contratista facilitará el acceso al sitio de fabricación de las piezas para que el personal que asigne el Instituto verifique el cumplimiento del proyecto en tiempo y calidad, los procedimientos de construcción y pueda efectuar los muestreos y pruebas que considere necesarias.

Durante la fabricación y montaje de estructuras de concreto presforzado, se observarán las siguientes disposiciones:

a. Acero de presfuerzo

El tipo, dimensiones, características y ubicación del acero de refuerzo adicional y de presfuerzo, así como los dispositivos para su colocación y tensado, serán los establecidos en el proyecto.

La habilitación y colocación del acero de presfuerzo así como del refuerzo adicional, se ejecutarán considerando lo establecido en el Tomo III Cimentaciones, numeral 5. Acero para Concreto Hidráulico.

b. Ductos

Los ductos y uniones serán herméticos, para impedir la entrada de agua o lechada del concreto hidráulico. Los ductos no se arrastrarán ni se dejarán caer; al colocarse estarán libres de materias extrañas, abolladuras u oxidación.

A menos que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe el Instituto, el diámetro interior de los ductos será entre cuatro (4) y seis (6) mm mayor que el diámetro del cable.

Los ductos se mantendrán en posición sujetándolos firmemente al acero de refuerzo o al molde, de acuerdo con lo establecido en el proyecto; no se permitirá el colado hasta que el Instituto apruebe la posición de los ductos y su fijación.

En elementos colados en el lugar, la remoción de las cimbras o moldes sólo podrá efectuarse después de aplicado el tensado inicial o el total, protegiendo los cables de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

c. Tensado

A menos que el proyecto indique otra cosa, en elementos postensados, el tensado inicial se hará después de que el

concreto hidráulico haya adquirido el ochenta (80) por ciento de la resistencia a la compresión de proyecto ($f'c$) previa verificación de que los cables se deslicen libremente dentro de los ductos. El tensado total se realizará cuando el concreto hidráulico haya adquirido la resistencia a la compresión que establezca el proyecto ($f'c$). En el caso de trabes el alma estará en posición vertical y con la sujeción lateral necesaria.

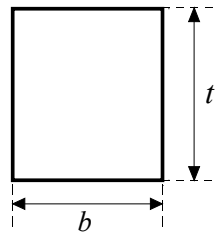
Las tensiones aplicadas a cada cable, correspondientes a la carga de proyecto, se verificarán con el alargamiento medido en el extremo del cable o en ambos extremos cuando se tense por los dos lados. De no satisfacerse esta correspondencia, se suspenderá el tensado en tanto que se corrijan las causas.

Una vez que se haya terminado el tensado y dentro de un plazo máximo de (24) horas, se llenarán los ductos inyectándolos a presión con lechada de cemento con la proporción establecida en el proyecto.

En elementos colados en el lugar, la remoción de las cimbras o moldes sólo podrá efectuarse después de aplicado el tensado inicial o el total, protegiendo los cables de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por el Instituto.

d. Geometría

Las dimensiones de cualquier sección transversal de una trabe o columna, no diferirán de las del proyecto en más de cinco centésimas (0.05) de la dimensión para la que se considera la tolerancia más dos (2) mm o en menos de cinco milésimas (0.005) de dicha dimensión más uno punto cinco (1.5) mm (Figura 1).



SECCIÓN

$$b-(0.005b+0.15)\leq b'\leq b+(0.01b+0.2)$$

$$t-(0.005t+0.15)\leq t'\leq t+(0.01t+0.2)$$

Donde:

$b, t =$ Dimensión de proyecto (cm)

$b', t' =$ Dimensión real (cm)

Figura 1. Tolerancia para la sección transversal de trabes o columnas

El espesor de zapatas, losas, muros y cascarones no diferirá de las dimensiones de proyecto en más de cinco centésimas (0.05) del espesor de la zapata, losa, muro o cascarón más cinco (5)

mm, ni menos de tres centésimas (0.03) del espesor de la zapata, losa, muro o cascarón más tres (3) mm.

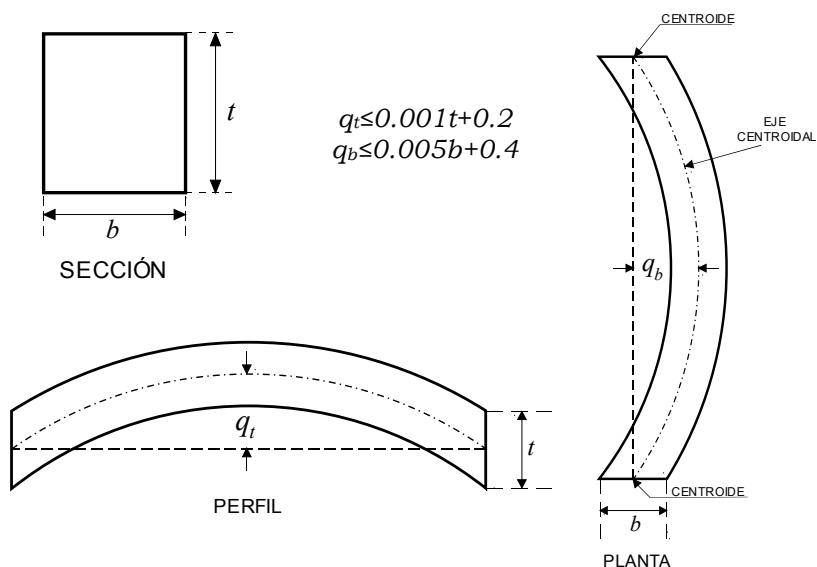
La distancia vertical entre el eje centroidal de una trabe de sección constante y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, antes de aplicar el presfuerzo, no excederá de una centésima (0.01) del peralte de la trabe más dos (2) mm. En el sentido horizontal no excederá de cinco milésimas (0.005) del ancho o patín de mayor dimensión de la trabes más cuatro (4) mm (Figura 2).

La distancia horizontal entre el eje centroidal de una trabe y la recta que une los centroides de las secciones extremas, una vez aplicado el presfuerzo, no sea mayor de L entre setecientos (700) o de b entre veinte (20), en donde L es la longitud total de la trabe y b su ancho o patín de mayor dimensión (Figura 3).

La distancia entre el eje centroidal de una losa y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas, en ambas direcciones, no excederá de dos centésimas (0.02) del espesor de la losa más diez (10) mm (Figura 4).

El desplome de una columna o el efecto combinado de excentricidad y desplome, no excederá de dos centésimas (0.02) de la dimensión de la columna, en la dirección del desplome, más diez (10) mm (Figura 5).

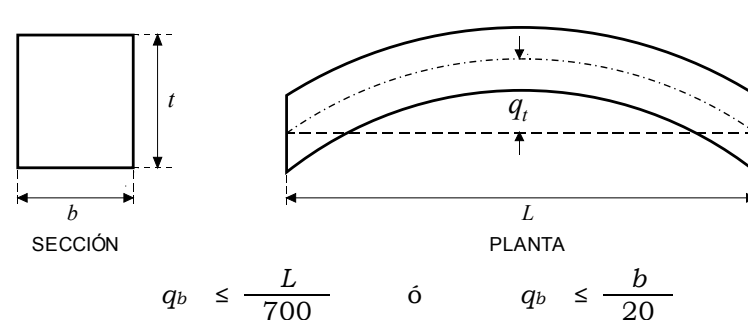
La distancia entre el eje centroidal de una columna y la recta que une los centroides de las secciones transversales extremas no será mayor de una centésima (0.01) de la dimensión de la sección de la columna más dos (2) mm (Figura 6).



Donde:

- b = Ancho o patín de mayor dimensión de proyecto (cm)
- t = Peralte de proyecto (cm)
- q_b, q_t = Distancia máxima entre el eje centroidal y la línea que une los centroides extremos (cm)

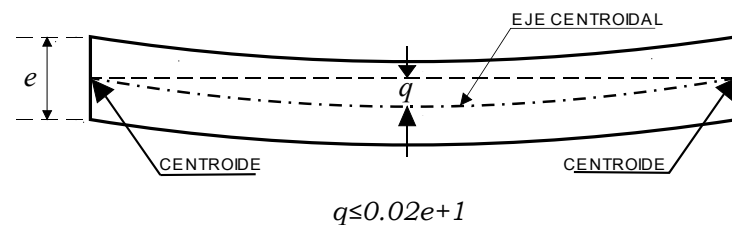
Figura 2. Tolerancia para el combamiento de travesaños antes del presfuerzo



Donde:

- b = Ancho o patín de mayor dimensión de proyecto (cm)
- L = Longitud de proyecto (cm)
- q_b = Distancia máxima entre el eje centroidal y la línea que une los centroides extremos (cm)

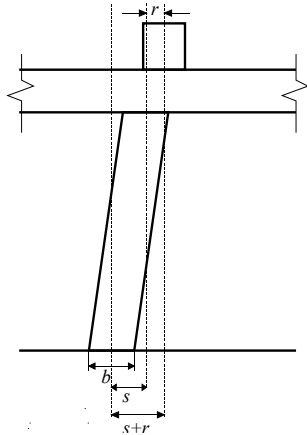
Figura 3. Tolerancia para el combamiento de travesaños después del presfuerzo



Donde:

- q = Distancia máxima entre el eje centroidal y la línea que une los centroides extremos (cm)
- e = Espesor de proyecto de la losa (cm)

Figura 4. Tolerancia para el pandeo de losas

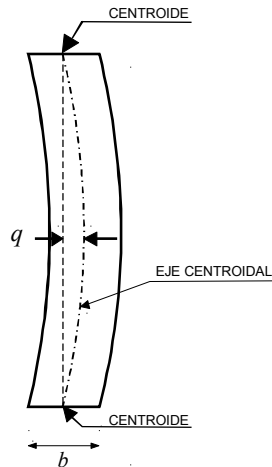


$$r+s \leq 0.02b+1$$

Donde:

- r = Excentricidad (cm)
- s = Desplome (cm)
- b = Dimensión de proyecto de la columna (cm)

Figura 5. Tolerancia para excentricidad y desplome de columnas



$$q \leq 0.01b+0.05$$

Donde:

- q = Distancia máxima entre el eje centroidal y la línea que une los centroides extremos (cm)
- b = Dimensión de proyecto de la columna (cm)

Figura 6. Tolerancia para el combamiento de columnas

e. Desviación Angular

La desviación angular de los ejes de cualquier sección

transversal de una trabe o columna coladas en el lugar, respecto a los del proyecto, no excederá de un grado (1°).

En elementos precolados, la desviación no será mayor de cero punto cinco (0.5) grados.

f. Posición

Los ejes de apoyo de las trabes no diferirán de los del proyecto en más de dos (2) mm longitudinalmente y en más de cinco (5) milímetros transversalmente.

Los ejes de la sección transversal de una columna en su base, no distarán de los del trazo en más de una centésima (0.01) de la dimensión de la sección de la columna, perpendicular al eje de que se trate, más diez (10) mm.

g. Acabado

El concreto será uniforme y libre de canalizaciones, depresiones, ondulaciones o cualquier otro tipo de irregularidades.

Todas las superficies del concreto estarán exentas de bordes, rugosidades, salientes u oquedades de cualquier clase y presentarán el acabado superficial que fije el proyecto.

h. Pruebas de calidad

Acero de presfuerzo y de refuerzo adicional

Se realizarán pruebas de resistencia de los tendones en la cantidad especificada por el proyecto y determinada en especímenes obtenidos al azar.

Las pruebas se realizarán en especímenes correspondientes a cada tamaño de tendón y serán de cuando menos tres (3) metros de longitud, simulando las condiciones de servicio y utilizando los anclajes, procedimientos y equipos que se usaron en la obra.

Se realizarán pruebas para determinar la resistencia del tendón a la fluencia, la resistencia última y la elongación de la muestra

mediante las pruebas estáticas determinadas por el proyecto.

En el caso de tendones no adheridos, se realizarán pruebas dinámicas en un ensamble de tendones representativo, que deberá soportar sin fallar quinientos mil (500,000) ciclos de entre sesenta (60) y sesenta y seis (66) por ciento de su resistencia última.

Anclajes

Los anclajes desarrollarán al menos el cien (100) por ciento de la resistencia última estipulada en el proyecto y que ésta sólo se use en donde la longitud de adherencia sea igual o mayor que la longitud de adherencia requerida para desarrollarlo, considerando que:

- a) La longitud de adherencia requerida se ubique entre el anclaje y la zona donde se desarrolla la fuerza completa de presfuerzo bajo condiciones de servicio y cargas últimas y que la longitud de adherencia se haya determinado probando un tendón de tamaño natural.
- b) En el estado adherido, el anclaje desarrolle el cien (100) por ciento de la resistencia última estipulada en el proyecto o que la haya desarrollado en el estado no adherido.

Los anclajes no adheridos de tendones desarrollarán la resistencia última estipulada en el proyecto del acero de presfuerzo, con una deformación permanente que no disminuya la resistencia esperada. La elongación total durante la última carga del tendón no será menor del dos (2) por ciento de la longitud del tendón cuando se mida en especímenes con una longitud mínima de tres (3) m.

6.3 EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de estructuras de concreto presforzado, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto y en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución.

C.1. Gatos hidráulicos

De la capacidad y en la cantidad suficiente de acuerdo con los requisitos establecidos en el proyecto.

C.2. Manómetros

Dispositivos de indicación del equipo de tensado empleado para medir los esfuerzos inducidos en las operaciones de pretensado o postensado.

6.4 MEDICIÓN

Las estructuras de concreto presforzado coladas en sitio se medirán tomando como unidad el metro cúbico (m³) de concreto presforzado terminado, según su tipo y resistencia.

Los elementos estructurales tipo o precolados, se podrán medir tomando como unidad la pieza (pza) de concreto presforzado terminada y montada, según su tipo y resistencia.

6.5 BASE DE PAGO

La construcción de estructuras de concreto presforzado se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico (m³) o pieza (pza) de concreto presforzado terminados, según su tipo y resistencia. Este precio unitario deberá incluir todo lo que corresponda por: equipo, herramienta; mano de obra; materiales; concreto de refuerzo; acero de refuerzo; valor de adquisición o fabricación y habilitación de los ductos, así como de todos los materiales necesarios para la construcción de estructuras de concreto presforzado; carga, transporte y descargas de todos los materiales hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; tensado de los tendones; carga, transporte y descarga de todos los elementos precolados hasta el sitio de su utilización y cargo por almacenamiento; montaje de los elementos precolados, incluyendo todas las maniobras necesarias, así como el izamiento a cualquier altura y la sujeción de dichos elementos conforme a lo indicado en el proyecto; los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos

los materiales y elementos precolados durante las cargas y las descargas; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

7. ESTRUCTURAS DE MADERA

La fabricación de estructuras de madera estará sujeta a la aprobación del Instituto; previa aprobación del proyecto ejecutivo y el proceso constructivo propuestos.

7.1 DEFINICIÓN

Conjunto de elementos de madera resistentes que forman el armazón o esqueleto de un edificio.

La madera de pino utilizada en estructuras se clasificará conforme a la norma mexicana NMX-C-239-1985 “Industria de la construcción-Vivienda de madera-Calificación y clasificación visual para madera de pino en usos estructurales” en dos clases de acuerdo con su resistencia y debe ser aplicada a la madera seca y cepillada:

Clase A: Alta resistencia (Uso Estructural)

Clase B: Mediana resistencia (Uso Estructural)

7.2 REQUISITOS DE EJECUCIÓN

Las piezas de madera que se utilicen serán aserradas y cepilladas, obteniéndose las escuadrías.

Las piezas se manejarán y almacenarán teniendo cuidado de no dañarlas. La supervisión rechazará aquellas piezas que presenten astillas, huellas de golpes por manejo inadecuado o daños por intemperismo o por ataque de insectos. Durante su manejo no se permitirá el uso de herramientas que se encajen en la madera.

Los cortes, rebajes y barrenos se ejecutarán antes de aplicar la preservación o tratamiento a las piezas de madera.

a. Fabricación y habilitación

Las estructuras de madera se fabricarán en el taller de acuerdo con las dimensiones, tipo de madera, ensambles, juntas, adhesivos, herrajes y preservación fijados en el proyecto.

Los cortes y cepillado de las piezas, barrenos y ensambles se harán con precisión.

Se presentarán las piezas en el taller para verificar la coincidencia exacta de las juntas, barrenos y herrajes, numerándolas para identificarlas de acuerdo a lo fijado en el proyecto.

Las piezas y sus herrajes se empacarán cuidadosamente para evitar dañarlas durante las cargas, transporte y descargas en la obra.

En la obra se procederá al armado de la estructura según la numeración de las piezas y al montaje de acuerdo con los procedimientos fijados.

Solo en caso de que la supervisión lo autorice, el contratista podrá substituir el tipo de madera, herrajes, ensambles y/o las escuadrías de las piezas. En tal caso, el contratista deberá someter previamente a la aprobación de la supervisión el proyecto correspondiente, el cual deberá satisfacer los esfuerzos y las condiciones de trabajo originales.

Cuando se ordene, las estructuras de madera serán fabricadas y armadas en el taller para su transportación y montaje en la obra.

La madera que no cumpla con la calidad estipulada será rechazada, marcada y retirada de la obra. Los herrajes, adhesivos y dispositivos que se empleen serán de las características que en cada caso fije el proyecto u ordene la supervisión.

b. Acabado

Se procederá a la aplicación del tratamiento para la preservación de la madera indicado en el proyecto, teniendo especial cuidado en las zonas de ensambles y barrenos.

7.3 MEDICIÓN

La fabricación y habilitación de estructuras de madera se medirá tomando como unidad la pieza (pza) de estructura de madera terminada, según su tipo.

7.4 BASE DE PAGO

La fabricación y habilitación de estructuras de madera se medirá tomando como unidad la pieza (pza) de estructura de madera terminada, según su tipo. Este precio unitario deberá incluir todo lo que corresponda por: equipo, herramienta; mano de obra; materiales; fabricación y habilitación de la estructura y demás elementos de madera; mermas y desperdicios, remaches, pernos, tornillos, tuercas, rondanas y demás accesorios necesarios para la sujeción de la estructura, conforme a lo indicado en el proyecto, así como de los productos para la preservación de la madera; cargas, y descargas de todos los materiales hasta el sitio de utilización en la obra y; montaje de la estructura, incluyendo todas las maniobras necesarias, el izamiento a cualquier altura y la sujeción de las piezas conforme a lo indicado en el proyecto; limpieza de la madera y aplicación de productos para su preservación; y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.