

NORMAS TÉCNICAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE OBRA PÚBLICA DEL MUNICIPIO DE LEÓN, GUANAJUATO



CAPÍTULO 4

MATERIALES FABRICADOS CON ELEMENTOS NATURALES

Normas Técnicas de la Dirección General de Obra Pública del Municipio de León, Guanajuato

Presidencia Municipal de León, Gto.

Administración 2021 - 2024

La revisión y autorización estuvo a cargo de:

Ing. Israel Martínez Martínez
Director General de Obra Pública
Arq. José Solís Anguiano
Subdirector General de Ejecución de Obra y Mantenimiento
Ing. José Leopoldo Neri Espinoza
Director de Costos y Presupuestos

La elaboración y revisión técnica estuvo a cargo de:

Ing. Luis Alfonso Moreno Espinosa
Coordinador de Mantenimiento Vial
Arq. Luis Benito Castro Juárez
Coordinador de Presupuestos de Urbanización y Proyectos
Arq. Diana Dolores Montiel
Coordinador de Edificación, Proyectos y Ajustes de Costos

Comisión Mixta CMIC - DGOP de la Subdirección General de Ejecución de Obra y Mantenimiento

Integrada por representantes de:

Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, A.C. Delegación Guanajuato.
Cámara Nacional de Empresas de Consultoría, A.C.
Cámara Nacional de la Industria de la Transformación, CANACINTRA León - Sector Construcción
Colegio de Ingenieros Civiles de León, A.C.
Colegio de Arquitectos de León, A.C.

Dirección General de Obra Pública
Blvd. Torres Landa Ote. 1701-B
Predio El Tlacuache, entre Blvd. Francisco Villa y Océano Atlántico
Teléfono: 01 477 212 4650
E-mail. obras.publicas@leon.gob.mx

Fecha de última actualización: Abril 2023
Versión 03

ÍNDICE

CAPÍTULO 4. MATERIALES FABRICADOS CON ELEMENTOS NATURALES

4.01 ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	4
4.02 CONCRETO PRESFORZADO	20
4.03 MORTEROS.....	30
4.04 FABRICACIÓN DE LECHADA DE CEMENTO.....	34
4.05 ACERO DE REFUERZO	36
4.06 ESTRUCTURAS DE ACERO	53
4.07 CIMBRAS	64
4.08 CIMBRA PERDIDA.....	70
4.09 ADEMÉS DE MADERA.....	73
4.1 ANCLAS	75



CAPÍTULO 4.01

ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO

A. DEFINICIÓN

A.01 Es el resultado de la mezcla homogénea de grava, arena, cemento, agua y en caso necesario aditivos, debidamente dosificados, para obtener la resistencia y calidad requerida en el proyecto. La consistencia de la mezcla deberá permitir transportar, colocar y dar su acabado al concreto con suficiente facilidad sin que se segregue.

A.01a Tomando como base el lugar de su elaboración, el concreto hidráulico se clasifica en la siguiente forma:

- Concreto fabricado en obra.
- Concreto premezclado.

A.02 TIPOS DE CONCRETOS FABRICADOS EN OBRA.

A.02a Según el diseño de la mezcla para su elaboración, el concreto fabricado en obra puede ser de resistencia normal o rápida.

A.02b Por el tamaño máximo del agregado grueso empleado en la fabricación del concreto, de acuerdo con el proyecto, éste podrá ser de 3/4" (19.05 mm), de 1 1/2" (38.1 mm) o de cualquier otro que indique el mismo.

A.02c La resistencia del concreto será especificada por el proyecto. Para elementos sometidos al **esfuerzo a compresión** se usará el $f'c$ y en pavimentos se usará la resistencia a la **tensión por flexión**, módulo de ruptura (MR).

La dosificación de la mezcla para la elaboración del concreto en obra será responsabilidad exclusiva del **Contratista**, garantizando la consistencia de la mezcla requerida en el proyecto y que la resistencia cumpla con los requisitos estipulados en la **NMX-C155-ONNCCE vigente**.

A.03 TIPOS DE CONCRETO PREMEZCLADO.

A.03a Según el diseño de la mezcla para su elaboración, el concreto premezclado puede ser de resistencia normal o rápida.

A.03b Por el tamaño máximo del agregado grueso empleado en la fabricación del concreto, de acuerdo con el proyecto, este podrá ser de 3/4" (19.05 mm) ó 1 1/2" (38.1 mm).

A.03c En casos especiales, por requerimientos del proyecto, podrá emplearse otro tamaño máximo del agregado, (que no sea uno de los enunciados en el párrafo anterior). Se estudiará su factibilidad y en caso de proceder, se autorizará por escrito por parte de un representante de la Dirección, al mismo tiempo se analizarán los precios unitarios correspondientes.

A.03d La resistencia del concreto será especificada por el proyecto. Para elementos sometidos al **esfuerzo a compresión** se usará el $f'c$ y en pavimentos se usará la resistencia a la **tensión por flexión**, módulo de ruptura (MR).

La consistencia de la mezcla será la requerida en el proyecto y su resistencia deberá cumplir con los requisitos de la **NMX-C-155-vigente**.

B. REFERENCIAS

B.01 Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto, los cuales se enlistan en la tabla que aparece a continuación:

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACARREOS	3.06				
CONCRETO PRESFORZADO	4.02				
MORTEROS	4.03				
FABRICACIÓN DE LECHADA DE CEMENTO	4.04				
ACERO DE REFUERZO	4.05				
PLANTILLAS	5.01				
FIRMES DE CONCRETO	5.02				
CASTILLOS. CADENAS	5.06				
PILOTES	5.09				
CARPETAS (LOSAS) DE CONCRETO HIDRÁULICO	8.09				

C. MATERIALES

Los materiales que se emplean en la fabricación del concreto hidráulico son los siguientes:

C.01 CEMENTO HIDRÁULICO

El cemento a utilizar para la elaboración del concreto será preferentemente Portland, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo especificado en las normas NMX-C-414-ONNCCE vigente. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se emplearán los denominados CPO (Cemento Portland Ordinario), CPP (Cemento Portland Puzolánico) y CPC (Cemento Portland Compuesto), dependiendo del caso y con sub – clasificaciones 30R, 40 y 40R.

Es importante que se cumpla respectivamente con los requisitos físicos y químicos que se señalan en las cláusulas 4.01.02.004-B y 4.01.02.004-C de las Normas de Calidad de los Materiales de la [Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes](#).

El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en acopios de no más de 3 metros (3 m) de altura.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento deberá ser la suficiente para el consumo de un día o una jornada de producción normal.

Todo cemento que tenga más de **tres (3)** meses de almacenamiento en sacos o tres (3) en silos, deberá ser examinado por el Supervisor de la obra, de acuerdo con la norma correspondiente, para verificar si aún es susceptible de utilización.

C.02 AGREGADOS (ARENA Y GRAVA)

Agregados: materiales naturales procesados o materiales manufacturados que se mezclan con cementantes para hacer morteros o concretos.

Estos materiales se sujetarán al tratamiento necesario para cumplir con los requisitos de calidad que se indican en la [NMX-C-111-ONNCCE](#) vigente "Agregados para concreto" debiendo el [Contratista](#) prever las características en el almacén y los tratamientos necesarios para su posterior utilización. El manejo y/o almacenamiento subsecuente de los agregados deberá hacerse de tal manera que se eviten segregaciones o contaminaciones con sustancias u otros materiales perjudiciales; se debe mantener una condición de humedad uniforme, antes de ser utilizados en la mezcla.

Los agregados que se utilicen para la fabricación de los concretos hidráulicos deberán de cumplir con las normas: [NMX-C111-ONNCCE](#), [NMX-C071-ONNCCE](#), [NMX-C072-ONNCCE](#), [NMX-C075-ONNCCE](#), [NMX-C077-ONNCCE](#)

a) **Agregado grueso:** material conocido como grava que es retenido por la criba 4.75 mm (No. 4) y que pasa por la criba 90 mm (3 ½") constituida por material de cantos rodados, triturados o procesados, rocas trituradas, escoria de alto horno, escoria volcánica, concreto reciclado o una combinación de ellos.

Para uso normal de concreto dentro del Municipio, el tamaño máximo del agregado será de 38 mm (1 ½"). Para casos especiales previo estudio y autorización de la Dirección se podrá utilizar agregado de mayor tamaño sin exceder el que indica la norma correspondiente.

El agregado grueso, además, deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste Los Ángeles: 40% máximo
- Intemperismo Acelerado: 12% máximo

Cuando la muestra está constituida por material heterogéneo y se tengan dudas de su calidad, la Dirección podrá ordenar que se efectúen pruebas de desgaste los Ángeles, separando el material sano del material alterado o de diferente origen, así como pruebas en la muestra constituida por ambos materiales, en la que estén representados en la misma proporción en que se encuentren en los almacenamientos de agregados, ya tratados o en donde vayan a ser utilizados. En ninguno de los casos mencionados se deberán obtener desgastes mayores de cuarenta por ciento (40%).

En el caso de que se tengan dudas acerca de la calidad del agregado grueso, se llevará a cabo la determinación de la pérdida por intemperismo acelerado, la cual no deberá ser mayor de doce por ciento (12%), en el entendido de que el cumplimiento de esta característica no excluye las mencionadas anteriormente. En todos los casos en los que los materiales no cumplan con

la calidad requerida en el proyecto, las pruebas efectuadas para determinar dicho incumplimiento serán pagadas por el **Contratista**.

b) Agregado fino: material conocido como arena, que pasa por la criba 4.75mm (No.4) y se retiene en la criba 0.075 mm (No. 200).

La arena deberá estar dentro de la zona que establece la norma vigente, excepto en los siguientes casos:

- Cuando se tengan antecedentes de comportamientos aceptables en el concreto elaborado con ellas, o bien, que los resultados de las pruebas realizadas a estos concretos sean satisfactorios; en este caso, los agregados se pueden usar siempre que se haga el ajuste apropiado al proporcionamiento del concreto, para compensar las deficiencias en la granulometría.

C.03 AGUA

El agua que se empleé en la fabricación del concreto deberá cumplir con la norma **NMX-C122-ONNCCE vigente**, debe ser potable, y por lo tanto, estar libre de materiales perjudiciales tales como aceites, grasas, materia orgánica, etc. En general, se considera adecuada el agua que sea apta para el consumo humano.

El pH, medido según norma ASTM D-1293, no podrá ser inferior a cinco (5)

El contenido de sulfatos, expresado como SO₄, no podrá ser mayor de un gramo por litro (1g/l).

Su determinación se hará de acuerdo con la norma ASTM D-516.

Su contenido de ion cloro, determinado según norma ASTM D-512, no podrá exceder de seis gramos por litro (6 g/l)

D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

Los trabajos de concreto hidráulico comprenden todas las operaciones siguientes:

- Fabricación
- **Suministro**
- Traslado
- Colocación
- Compactación
- Acabado y juntas
- Curado
- Muestreo

D.01 FABRICACION: Con objeto de garantizar la calidad del concreto elaborado en obra, se deberá cumplir con lo indicado en la NMX-C-155-ONNCCE vigente.

- Para el mezclado del concreto se usará revoladora o trompo, en buen estado de funcionalidad.
- En colados de elementos estructurales, por ningún motivo se permitirá realizar el mezclado en forma manual. Sólo se permitirá efectuar el mezclado en forma manual en colados de volúmenes muy pequeños, previa autorización por escrito de la Dirección. En este caso se tendrá cuidado de realizar la mezcla en lugares libres de contaminación.
- En el caso de concreto hidráulico estructural para edificación se verificará el módulo de elasticidad en al menos tres determinaciones por obra, o en base a lo indicado por la Dirección.

D.02 SUMINISTRO: El concreto premezclado se suministrará a la obra con la consistencia de proyecto; ésta se determinará por medio de la prueba de revenimiento, la cual deberá realizarse en un tiempo que no exceda de 15 minutos a partir del momento en que se inicia la descarga del concreto.

Para realizar la prueba de revenimiento deberá cumplirse lo indicado en la NMX-C-156-ONNCCE vigente “Determinación del Revenimiento”

A continuación, se indican las tolerancias aplicables en la prueba de revenimiento según la NMX-C-155-ONNCCE vigente “Especificaciones para concreto hidráulico”.

REVENIMIENTO ESPECIFICADO CMS.	TOLERANCIA CMS
MENOS DE 5.0	± 1.5
ENTRE 5.0 Y 10.0	± 2.5
MÁS DE 10.0	± 3.5

Si al medir el revenimiento se encuentra que no cumple con las tolerancias especificadas, debe hacerse una segunda prueba inmediatamente con otra porción de la misma muestra o de otra muestra de la misma entrega. Si esta segunda prueba tampoco cumple, debe considerarse que el concreto no ha cumplido con el revenimiento especificado.

Esta anomalía debe notificarse al **Contratista** para rechazar el concreto; si éste insiste en usarlo, deberá firmar la remisión correspondiente y la responsabilidad pasa a ser suya, por lo que es recomendable anotar la localización exacta del lugar o elemento en que se colocó este concreto.

D.03 TRANSPORTE: La descarga total del concreto debe hacerse dentro de la hora y media posterior a la introducción inicial del agua de mezclado, siempre y cuando no se empleen aditivos modificadores del tiempo de fraguado. Este tiempo de entrega se puede modificar por acuerdo entre el productor y el usuario en función de condiciones ambientales, lugar y tipo de obra, características del concreto y aditivos empleados. El responsable de la calidad del concreto en estado fresco antes de la llegada a la obra es el productor; una vez aceptado, la responsabilidad corresponde al Contratista.

Cuando un camión mezclador o agitador se utiliza para transportar concreto mezclado completamente en revolvedoras estacionarias, durante el transporte la olla debe girar a la velocidad de agitación (2 rev/min a 6 rev/min).

En caso de que el usuario no esté preparado para recibir el concreto, el productor no tiene responsabilidad por las limitaciones de revenimiento mínimo y contenido de aire después de un período total de espera de 30 min a la velocidad de agitación y de aquí en adelante, el Contratista asume la responsabilidad sobre las condiciones del concreto.

D.04 COLOCACION DEL CONCRETO: Un aspecto muy importante para obtener estructuras de concreto homogéneas, impermeables y resistentes, es la colocación y compactación del concreto empleado en la construcción de estas. Para lograr resultados satisfactorios, el concreto deberá tener la consistencia, trabajabilidad y tamaño máximo de los agregados adecuados a las condiciones bajo las cuales se colocará, tales como: forma y tamaño de los elementos estructurales; espaciamiento de las varillas de refuerzo, recubrimientos y otros detalles que se relacionan con el llenado rápido de las cimbras, datos que deberán ser estipulados en el proyecto. En forma general los requisitos básicos para lograr la colocación correcta del concreto en todos los elementos estructurales son los siguientes:

- Deberá seleccionarse el equipo y el método de colocación, basados en las características particulares de los elementos estructurales por colar, de tal manera que el concreto pueda

consolidarse fácilmente después de depositarse.

- Se programará perfectamente el surtido del concreto y la colocación, de tal manera, que la obra se mantenga libre de juntas frías.

Todo concreto que haya perdido su trabajabilidad y no se haya colocado, se desechará, ya sea que se encuentre en camión revolver, en trompo o en artesa.

En condiciones normales el concreto empieza a perder su trabajabilidad después de 45 minutos de haberse mezclado, sin embargo, hay otros factores que influyen en la trabajabilidad: La riqueza de la mezcla, el tipo de cemento, los aditivos para el concreto y la temperatura ambiente.

Por esta razón, vale la pena acentuar el valor de la inspección visual de la trabajabilidad. La evaluación consiste en golpear con la llana, a fin de ver la facilidad de acomodo.

- No se permitirá que el concreto corra o deslice a través de la cimbra en pendientes. La colocación del concreto en una pendiente deberá principiar en el extremo inferior y progresar hacia arriba, aumentándose con esto su compactación.
- Una consideración muy importante en el manejo y colocación del concreto es la de evitar la segregación o separación del agregado grueso del concreto, ya que esta es causa de serios defectos en el acabado de la obra.

Por lo que debe insistirse que el concreto siempre se coloque directamente en su posición definitiva, poniendo atención especial en las zonas en que el concreto tiende a segregarse: los extremos de los canalones, bandas transportadoras y en todos los puntos de descarga, de tal manera que se pueda asegurar la uniformidad y la homogeneidad del concreto en todo el elemento estructural.

- Cualquiera que sea el modo de la calidad en la cimbra, en una tolva o cubo, la porción final de la caída del concreto debe ser vertical y a una altura no mayor de 1.00 m y sin interferencia, si es que se quiere evitar la segregación.
- Para proteger los tirantes, los espaciadores, los aditamentos ahogados y las superficies de las cimbras y para prevenir desplazamientos del acero de refuerzo, el concreto que caiga a la cimbra en donde pueda dañar esas piezas, deberá conducirse con un canalón de caída introducido convenientemente en el elemento por colar.
- No deberá permitirse la colocación del concreto cuando la temperatura ambiente sea inferior a los 5°C (cinco grados centígrados).
- **No deberá permitirse la colocación de agua extra para mejorar la trabajabilidad del concreto**

A continuación, se darán detalles particulares de la colocación para los elementos estructurales siguientes:

D.04a Colocación del concreto en trabes: El concreto se colocará en capas horizontales de profundidades no mayores a 60 cm., evitando capas y juntas de construcción inclinadas. Para hacer una colocación monolítica, de buena apariencia, es importante que cada capa sea poco profunda, lo suficiente para que se coloque mientras la capa anterior permanezca blanda y que las dos capas puedan vibrarse juntas.

D.04b Colocación del concreto en muros de contención: En casos difíciles de colocación como en muros reforzados profundos y estrechos, se pueden obtener buenos resultados formando ductos de caída del concreto con montenes de 15 cm. Estos ductos deben entrar a la cimbra a través de ventanas o compuertas a intervalos verticales no mayores de 1.20 m desde el nivel de desplante del concreto. Se formará una bolsa en el fondo del ducto de cada abertura de la cimbra, de tal manera, que el concreto se detenga y fluya fácilmente sin segregarse. Deberá contarse con un vibrador interno a cada lado de la abertura por donde el concreto entra a la cimbra.

D.04c Colocación del concreto en pilas y columnas: Con objeto de evitar la segregación por caída libre de alturas no convenientes, para la colocación del concreto en estos elementos será necesario el uso de mangueras o tubos no menores de 15 cm de diámetro que lo depositen en el fondo y lo acomoden en capas horizontales sucesivas que faciliten la homogeneidad del concreto.

D.04d Colocación del concreto en losas: Para la colocación del concreto en losas se deberá tener cuidado de que el vaciado se efectúe atrás del concreto ya colocado y no avanzar sobre él. Debido a que el transporte del concreto es una acción complementaria en el proceso constructivo de la colocación del concreto, no se hará una mención especial sobre este aspecto, únicamente se aclarará lo siguiente: Cualquier sistema de transporte y colocación de concreto que no sea descarga directa, como: Bomba, banda transportadora, tubo tremie, trompa de elefante, grúa, etc., deberá ser autorizado previamente por la Dirección.

D.04e Concreto bombeado: En el caso de que se utilice una bomba para la colocación del concreto, éste tendrá las siguientes características:

- 1) De preferencia será premezclado o deberá contarse en la obra con una planta mezcladora, que cumpla con la demanda requerida.
- 2) El concreto deberá estar perfectamente mezclado antes de alimentar la bomba. De ser necesario sellevará a cabo el premezclado en una tolva por medio de un agitador.
- 3) La mezcla para bombeo deberá tener la humedad adecuada para obtener un revenimiento de 18.0 cm con tolerancia de 3.5 cm de más o menos.
- 4) Los contenidos de agregado grueso en las mezclas para bombeo deberán cumplir con una granulometría tal que permita un contenido bajo de vacíos.
- 5) Cuando sea indispensable incluir aire al concreto se permitirá solamente el bombeo a través de distancias de 45m como máximo.
- 6) Al principio de cada periodo de bombeo las tuberías deben lubricarse con mortero, a razón de 0.250m³ por cada 100 m de tubería de 15.0 cm de diámetro.

D.05 VIBRACIÓN DEL CONCRETO

El objeto de la vibración en el concreto es eliminar el exceso del aire atrapado, ya que no es conveniente dejar huecos que afecten la resistencia del concreto y otras propiedades.

La vibración es el método más efectivo para obtener la compactación del concreto recién colocado, por sus ventajas y efectividad comprobadas, la Dirección exigirá el uso general de vibradores para ese fin.

Para lograr compactaciones aceptables en el concreto recién colocado, se deberán seguir las recomendaciones siguientes:

- El equipo para vibrado debe tener potencia adecuada; ser de alta frecuencia (7000 r.p.m.), resistente y confiable.
- Se tendrá a la mano las unidades suficientes y repuestos necesarios, proporcionándoles servicios de mantenimiento sistemático.
- El personal encargado de la operación de los vibradores deberá estar debidamente preparado.
- Los vibradores se insertarán verticalmente y se extraerán, en periodos diferentes dependiendo el elemento a colar para eliminar el exceso de aire, sin llegar a segregar los agregados, y garantizando que la longitud del vibrador de inmersión sea igual o mayor que el elemento a colar, para que se logre un correcto vibrado esto es más recomendable que la inserción a intervalos más amplios durante periodos mayores.
- La revibración inadvertida o intencional del concreto o del acero ahogado en él es benéfica, siempre que el concreto durante la vibración se haga momentáneamente plástico; mientras que el vibrador trabajando penetre el concreto por su propio peso, aún es tiempo para que el concreto se beneficie por la revibración.
- Cuando la vibración se lleve a cabo correctamente, no es necesaria la consolidación del concreto con paleta u otro tipo.
- Es recomendable que la separación entre penetración y penetración de vibrador de chicotes sea entre 40 y 60 cm entre sí.
- En las esquinas, obstrucciones, zonas bloqueadas, zonas de refuerzo congestionado, abajo de ventanas y en cualquier parte que la buena compactación sea dudosa, se obtendrán buenos

resultados adicionando a la vibración normal, vibradores de cimbra. En estos casos se usarán vibradores con las dimensiones adecuadas en cuanto a diámetros de cabeza y longitudes de alcance

El equipo para vibrado más recomendable es el siguiente:

a) Vibradores de inmersión

Los vibradores internos, llamados comúnmente vibradores de corto alcance o de chicote, tienen unacabeza vibradora que se sumerge y actúa directamente contra el concreto.

b) Vibradores de cimbra.

Son vibradores externos que se sujetan a la parte exterior de la cimbra o molde. Estos normalmente vibran a la cimbra, que a su vez transmite dicha vibración al concreto.

c) Vibradores de superficie.

Los vibradores de superficie ejercen sus efectos directamente a la superficie, compactando al concreto de arriba hacia abajo, además su efecto nivelador contribuye notablemente al acabado. Estos vibradores se deben utilizar normalmente en losas, pavimentos, pisos, banquetas, etc. Entre los vibradores de superficie se pueden mencionar los siguientes: Regla vibratoria, vibrador del tipo bandeja, compactadores de placa o rejilla y vibradores de rodillos.

D.06 ACABADO DE CONCRETO Y JUNTAS

D.06a Acabado

Todas las estructuras de concreto una vez descimbradas, deberán tener el acabado especificado de acuerdo con el proyecto, que en términos generales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- Geometría de acuerdo con el proyecto: cotas, niveles, pendientes, dimensiones etc.
- Libre de bordos, depresiones y desconchamientos
- Vaciado del concreto correcto, libre de zonas porosas
- En zonas no visibles acabado común
- En zonas visibles acabado aparente de acuerdo con el proyecto y lo solicitado por la Dirección.
- En losas de puentes el acabado será rugoso, pero tendrá las cotas de proyecto para alojar la capa de rodamiento con espesor uniforme
- Deberá tenerse especial cuidado en goteras y biseles, evitando en todo lo posible afectar las aristas.
- En losas el acabado **será rayado con un rastrillo metálico**.

Para lograr acabados satisfactorios en las estructuras de concreto, debe conjuntarse la buena ejecución y calidad de las cimbras, armado, colocación del concreto, compactación, curado del concreto y descimbrado en el tiempo adecuado.

D.06b Juntas

Las juntas de construcción se colocarán y harán en los lugares y en la forma que se indique en el proyecto o lo ordene la Dirección.

1) Cuando se trate de ligar concreto fresco con concreto ya fraguado se procederá de la siguiente forma:

- Después de haber transcurrido de 12 a 72 horas, aproximadamente, de terminado el colado, se procederá a preparar la superficie expuesta cepillándola enérgicamente con cepillo de alambre y agua, para eliminar una capa de 0.5 cm de espesor, aproximadamente, y obtener una superficie rugosa y resistente. Cuando el colado se continúa después de 72 horas, se deberá hacer la misma remoción y preparación de la superficie, aunque tenga que utilizarse otra herramienta además del cepillo de alambre. En ambos casos las juntas deberán estar libres de materiales sueltos y se aplica una lechada de cemento, cuya relación agua - cemento será de 0.50 cuando menos.
- Cuando lo indique el proyecto o lo ordene la Dirección, la superficie del concreto fraguado se debe limpiar mediante chiflón de arena y la superficie debe estar limpia, así como los moldes.

Las juntas deberán conservarse libres de material suelto y mantenerse húmedas hasta antes de continuar el colado. Los moldes se deberán reajustar cuidadosamente y antes de colar se aplicará también una lechada de cemento.

- Cuando la Dirección lo juzgue conveniente, ordenará el uso de adhesivos especiales, ya sea que venga o no indicado en el proyecto; en cada caso se fijará los procedimientos constructivos por emplear.
 - En el caso de que la continuación del colado se haga dentro de 1 a 12 horas de terminado el primero, la Dirección indicará en cada caso particular el procedimiento constructivo a seguir, de acuerdo con el tiempo que transcurra entre uno y otro colado.
- 2) Cuando sea necesario suspender el colado fuera de una junta de construcción, se deberá retirar el concreto hasta la junta anterior o lo que ordene la Dirección. Si es necesario realizar juntas por interrupciones de colado se debe proceder de acuerdo con lo marcado en el reglamento ACI en el capítulo correspondiente
- 3) Las juntas de dilatación serán abiertas o rellenas con placas de deslizamiento o sin ella y se harán y colocarán en forma y lugares indicados en el proyecto, siguiendo en general las siguientes recomendaciones:
- Juntas de dilatación abiertas: éstas se construirán colocando una pieza de madera, hoja de metal u otro material adecuado que haga las funciones de un diafragma provisional, se retirará después de que se haya endurecido el concreto. La forma del diafragma o el método que se empleó para colocarlo y removerlo serán los adecuados para evitar que se rompan las aristas de las juntas o que se dañe el concreto.
 - Juntas de dilatación rellenas con material sólido: En estas juntas se empleará el material fijado en el proyecto y se recortarán al tamaño exacto, de tal manera que se llene completamente el espacio libre que indique el proyecto.
En el caso que la junta esté formada por varias piezas, se evitará que éstas queden flojas, mal ajustadas entre sí o también con las paredes de junta. Deberán quedar perfectamente ajustadas para que su funcionamiento sea el planeado.
 - Juntas de dilatación con placas de deslizamiento: Cuando el proyecto indique el empleo de este tipo de juntas, deberán quedar perfectamente ancladas y bien lubricadas sus superficies de deslizamiento o con el material indicado en el proyecto o bien con grasa (*sin que esta afecte la calidad del concreto fresco*) o grafito. Deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar que durante el colado se depositen materiales extraños en las juntas, que impidan o dificulten su buen funcionamiento.
- 4) Juntas para losas de concreto, serán las especificadas en el capítulo de construcción de pavimentos de concreto hidráulico de estas Normas.

D.07 CURADO DEL CONCRETO HIDRÁULICO

El procedimiento mediante el cual se evita la pérdida del agua del fraguado de un elemento de concreto por evaporación, se le denomina curado de concreto. Un buen curado permite la completa hidratación del cemento, y debe dársele especial atención por tratarse de un factor de gran importancia para la resistencia y durabilidad del concreto.

Los procedimientos más usuales para el curado del concreto son los siguientes:

D.07a Membrana de curado.

Se recomienda para cualquier superficie vertical, inclinada y horizontal, en que no puedan aplicarse los métodos de curado húmedo. Se aplicará sobre la superficie del concreto después de haberle dado su acabado o después de remover las cimbras, procediendo a cubrirla con una membrana impermeable de algún producto que cumpla con la especificación ASTM-C-309-vigente y/o la ficha del fabricante

Cuando se trate de caras cimbradas, las superficies del concreto deberán humedecerse inmediatamente después del descimbrado y las membranas se aplicarán cuando no quede agua

sobre la superficie por curar.

Deberá mantenerse esta membrana en buenas condiciones cuando menos durante los 5 días posteriores al colado. En caso de dañarse, deberá ser repuesta las veces que sea necesario.

Las membranas que se deben utilizar son a base de agua y de color blanco.

La colocación de esta membrana deberá realizarse de manera uniforme evitando ventanas o charcos, con el equipo adecuado indicado en la norma y/o la ficha del fabricante.

D.07b Métodos húmedos

Se recomienda para superficies horizontales o con poca pendiente, manteniendo la superficie del elemento húmedo cuando menos 5 días posteriores al colado, por cualquiera de los métodos siguientes:

- Lámina de agua: Se formará un tirante de agua de 4 a 5 cm., retenido con bordos de arcilla
- Riego de agua: Consistente en aplicar riegos de agua sobre la superficie del concreto continuamente.
- Arena húmeda: Se coloca una cama de arena de un espesor aproximado de 5 cm sobre la superficie del concreto, procediendo a aplicarle riegos de agua, éstos pueden ser continuos mediante aspersores o regar cada vez que se observe pérdida de humedad en la superficie de la arena

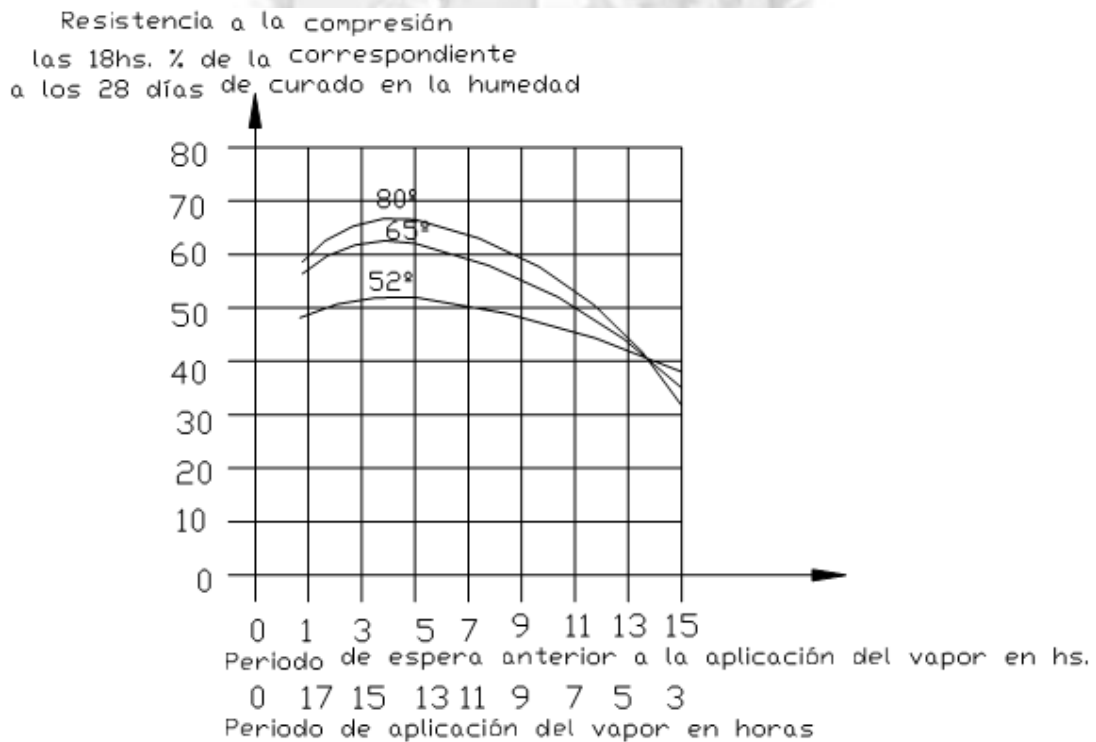
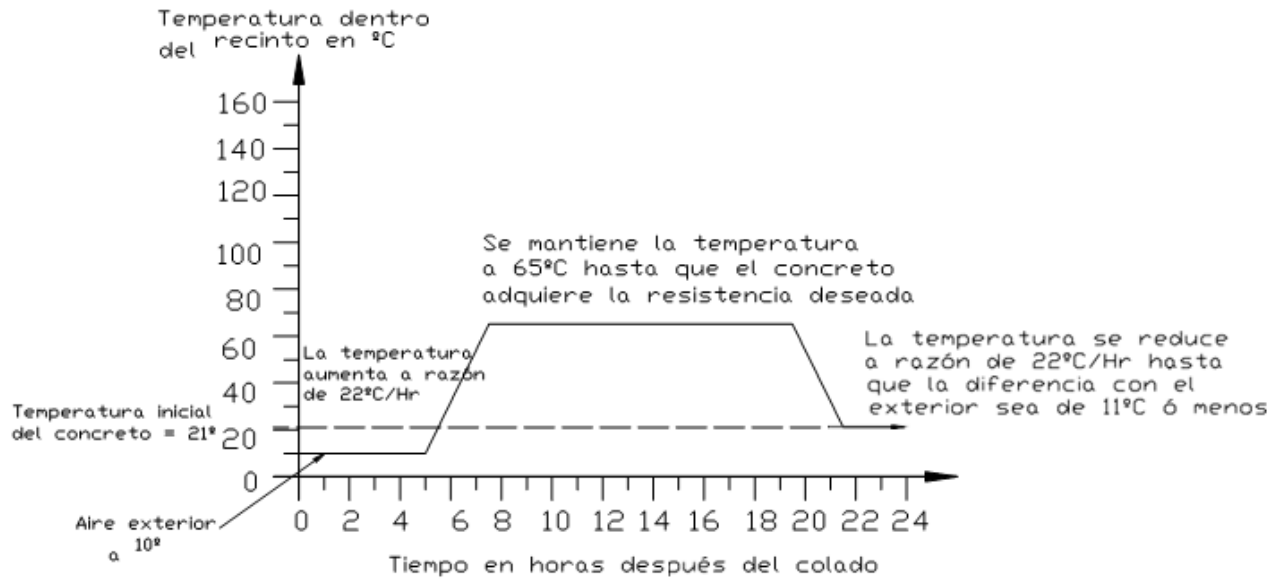
D.07c Curados con vapor

El objeto del curado a vapor es el de obtener porcentajes altos de las resistencias de proyecto del concreto a temprana edad, para poder efectuar con premura procedimientos constructivos, tales como; transporte de piezas precoladas, trabajos de postensado, hincado de pilotes, descimbrado de graderías, etc.

Por tratarse de un procedimiento de curado especial y más costoso que los anteriores, el Contratista deberá recabar la autorización de la Dirección para emplearlo, ya sea que se pretenda utilizar por conveniencia propia o por necesidades de la obra, como son: programas ajustados, procedimientos constructivos, etc.

De todos los métodos de curado, el de vapor es el que requiere de un mayor control y será aplicable para cualquier elemento de concreto, siempre y cuando se cumplan los requisitos siguientes:

- Deberá iniciarse el curado a vapor hasta que se haya iniciado el fraguado inicial, por lo menos dos horas después de colocado el concreto de última bacha, cubriendo totalmente la pieza de concreto para evitar fugas de vapor.
- La rapidez de ascenso de la temperatura no deberá ser mayor de 22°C (veintidós grados centígrados) por hora
- No se aplicarán temperaturas mayores a los 77°C (setenta y siete grados centígrados), las recomendables estarán comprendidas entre 66 y 72°C (sesenta y seis y setenta y dos grados centígrados)
- La rapidez de descenso de la temperatura será menor de 22°C (veintidós grados centígrados) por hora, hasta que la diferencia con el exterior sea de 11° C (once grados centígrados) o menos.
- Se colocarán termómetros en diversos puntos de la estructura para verificar la uniformidad de la temperatura de curado.
- Las resistencias obtenidas en forma acelerada, así como los riesgos por fallas estructurales son de responsabilidad directa del Contratista.



D.08 ADITIVOS PARA CONCRETO

Aditivo es el producto que se agrega al concreto hidráulico antes o durante el mezclado, y sirve para modificar las propiedades del cemento común

Los principales fines para los que se usan los aditivos son los siguientes:

- Obtener mayor trabajabilidad y fluidez
- Acelerar o retardar el fraguado y el endurecimiento
- Evitar la segregación y el sangrado
- Incrementar la resistencia del concreto al intemperismo, las sales y los sulfatos

- Impermeabilizar y estabilizar el volumen del concreto.

Existe un gran número de productos, cuyas propiedades se describen a continuación:

D.08a Aditivos dispersantes y fluidizantes

- 1) Acción: estos aditivos están compuestos de agentes químicos acelerantes y dispersantes que activan la cristalización de los geles del cemento
Por lo general son soluciones acuosas de diferentes sales, tales como: carbonatos, aluminatos, y silicatos o bien, mezclas de diversos cloruros, por ejemplo, de calcio de aluminio o de sodio.
- 2) Propiedades:
 - Obtención de resistencias altas a temprana edad, lo cual permite descimbrar más rápidamente.
 - Disminuyen el tiempo de fraguado
 - Permiten reducir el consumo de agua
 - Incrementan la fluidez y la trabajabilidad
- 3) Usos: Se usan cuando se desea retirar más rápido la cimbra, en reparaciones donde se dispone de poco tiempo y en la prefabricación de piezas de concreto. El efecto de estos aditivos es mayor si se usan con cemento de resistencia rápida. Estos aditivos se pueden usar en:
 - Losas
 - Parches y resanes
 - Pavimentos de concreto hidráulico
 - Piezas prefabricadas (no sujetas a presfuerzo)

Los aditivos que contengan cloruro de calcio no deberán usarse en concreto reforzado, ya que pueden acelerar la corrosión del acero de refuerzo

D.08b Aditivos acelerantes y fluidizantes

- 1) Acción: Estos aditivos ejercen una acción de dispersión sobre las partículas del cemento, permitiendo utilizar una mayor área de la superficie del cemento empleado, liberándose además del agua retenida dentro de los flóculos, pasando a ser agua de colocación con lo que se obtiene más manejabilidad en el concreto.
- 2) Propiedades: Aparte de tener las propiedades de los aditivos acelerantes comunes, poseen las siguientes:
 - Incrementan notablemente la fluidez y la trabajabilidad del concreto, con lo cual se facilita su colocación y se mejoran los acabados.
 - Permiten un menor consumo de agua para obtener el mismo revenimiento
 - Reducen la permeabilidad, la segregación y el sangrado.
- 3) Usos: Se usan para los mismos elementos y en forma similar que los acelerantes comunes, con las ventajas que proporcionan sus propiedades adicionales

D.08c Aditivos retardantes

- 1) Acción: Los aditivos retardantes ligan los componentes del cemento hasta formar un coloide estable retardador del fraguado inicial. Son preparados a base de azúcar generalmente en forma líquida.
- 2) Propiedades:
 - Mejoran la colocación y los acabados, al conservar la trabajabilidad del concreto
 - Producen resistencias finales de acuerdo con lo proyectado
 - Reducen la permeabilidad
 - Normalizan el tiempo de fraguado cuando se cuele en periodos de calor o en regiones muy calurosas
 - Permiten la colocación de capas sucesivas sin que se desarrollen juntas frías
- 3) Usos: se usan en concretos de toda clase donde se requiera una plasticidad mayor o existan traslados con tiempos que rebasen el del fraguado inicial, se emplean también para obtener acabados finos y para evitar discontinuidades en la unidad de las estructuras.

D.08d Aditivos retardantes y fluidizantes

- 1) Acción: Además de retardar el fraguado, ejercen una acción dispersante en el cemento
- 2) Propiedades: Adicionalmente a las de los retardantes comunes, presentan las siguientes propiedades:
 - Incrementan notablemente la fluidez del concreto, facilitando su colocación y mejorando mucho los acabados
 - Permiten reducir el consumo de agua necesaria para el revenimiento requerido
 - Evitan la segregación y el sangrado
- 3) Usos: Por sus propiedades adicionales algunos de sus usos son:
 - Concreto bombeado
 - Cimentaciones y pilotes
 - Tanques y silos
 - Pistas de aeropuertos
 - Presas

D.08e Aditivos retardantes densificantes

- 1) Acción: Además de retardar el fraguado del cemento ejercen una acción densificante en el concreto
- 2) Propiedades: Añaden a las propiedades del retardante común, las siguientes:
 - Aumentan la densidad del concreto
 - Reducen la tendencia al agrietamiento
 - Reducen las contracciones
 - Desarrollan la resistencia rápidamente después del fraguado inicial
- 3) Usos: Por sus propiedades adicionales se usan entre otras cosas:
 - Concreto colado bajo agua
 - Concreto ligero

D.08f Aditivos inclusores de aire

- 1) Acción: La mayoría son líquidos fabricados a base de resina de vinsol, que incluye aire en el concreto, uniforme y controladamente, en forma de millones de burbujas microscópicas que actúan como pequeños balines, ayudando a mantener la uniformidad de los materiales.
- 2) Propiedades cuando se usan dentro de las dosificaciones adecuadas:
 - Reduce la posibilidad de daño en el concreto por fenómeno de congelamiento.
 - Reducen el sangrado y la segregación
 - Aumentan la fluidez y la trabajabilidad del concreto facilitando su colocación y mejorando sus acabados
 - Incrementan la durabilidad debido a una mayor uniformidad
 - Reducen la permeabilidad y el peso volumétrico
 - Aumentan la resistencia al intemperismo, a las sales y a los sulfatos
- 3) Usos: En toda clase de concretos donde se deseen uniformidad, trabajabilidad y resistencia al intemperismo. Sus usos principales son en:
 - Concretos ligeros
 - Revestimientos de túneles con concreto lanzado a presión
 - Drenajes profundos

D.08g Aditivos estabilizadores de volumen

- 1) Acción: Aditivos metálicos de granulometría especial, con agentes dispersores del cemento que permiten una distribución completa en el concreto
- 2) Propiedades:
 - Reducen las contracciones durante el fraguado y secado del concreto
 - Incrementan la fluidez del concreto facilitando su colocación

- Aumenta la resistencia del concreto a la tensión y al desgaste
- 3) Usos: Por su capacidad estabilizadora de volumen son muy usados en:

- Anclaje de maquinaria
- Anclaje de placas de columnas metálicas
- Pernos de anclaje
- Reparaciones de concreto
- Uniones de concreto nuevo o viejo

Dentro de este tipo de aditivos se pueden considerar los aditivos expansores, que en realidad estabilizan el volumen.

D.08h Aditivos impermeabilizantes

1) Acción: Aditivos metálicos o silíceos que reaccionan con el cemento en hidratación, formando compuestos insolubles que obturan los poros capilares del concreto, volviéndolo impermeable

2) Propiedades:

- Reduce la permeabilidad
- Efecto plastificante
- Aumentan la resistencia al intemperismo, las sales y los sulfatos.

3) Usos: Se emplean en la fabricación de concreto para obras hidráulicas tales como:

- Tanques de almacenamiento de agua
- Presas
- Canales
- Túneles
- Piscinas

D.09 MUESTREO DEL CONCRETO

La resistencia del concreto se considera, por lo general, como su propiedad más valiosa, aunque en muchos casos prácticas otras de sus características, como la durabilidad o la impermeabilidad, pueden resultar más importantes. No obstante, la resistencia ofrece un panorama general de la calidad del concreto, que debe ser avalada mediante pruebas de laboratorio, servicio que deberá proporcionar el **Contratista** con una empresa del ramo de control de calidad, con solvencia técnica debidamente acreditada por la Dirección.

El muestreo del concreto es el procedimiento más importante dentro de todo el proceso de pruebas del concreto, ya que, si la muestra no es representativa y confiable, todos los pasos que siguen al muestreo se verán seriamente afectados, aunque al desarrollarlos se cumpla con los requerimientos establecidos en las Normas.

El muestreo, la prueba de revenimiento, el curado y el ensaye, se realizarán de acuerdo con los requisitos estipulados en las siguientes especificaciones de la Norma Oficial Mexicana:

NMX-C-155-Vigente	“Concreto hidráulico”
NMX-C-161-Vigente	“Muestreo del concreto fresco”
NMX-C-156-Vigente	“Determinación de revenimiento del concreto fresco”
NMX-C-159-Vigente	“Elaboración y curado en el laboratorio de especímenes de concreto”
NMX-C-160-Vigente	“Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto”

Cuando las resistencias de los concretos no hayan cumplido con los requisitos señalados en la NMX-C- 155-Vigente, el **Contratista** puede recurrir a la extracción de núcleos de concreto endurecido, para lo cual deberá ponerse de acuerdo con un representante de la Dirección, y se sujetará a los siguientes requisitos:

- Se tomará una muestra constituida por 3 corazones de concreto por cada elemento de resistencia baja. La extracción, el curado y los factores de corrección por esbeltez serán de acuerdo con lo establecido en la NMX-C-169-Vigente “Obtención y prueba de corazones y vigas extraídos de concreto endurecido”.
- A menos que se llegue a otro acuerdo, los concretos que en las pruebas de corazones tengan

un promedio de 85% de la resistencia de proyecto, son aceptables en cuanto a la calidad del concreto (Reglamento de las construcciones de concreto reforzado ACI-318-vigente)

- Las decisiones sobre lo que deba hacerse en casos de resistencias bajas de las pruebas de corazones, como: demoler, reforzar o deducir, quedará a juicio de la Dirección y de los responsables del proyecto.

E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASES DE PAGO

E.01 ALCANCES

E.01a El concepto de elaboración y colocación de concreto hidráulico de acuerdo con la resistencia, tipo de cemento y tamaño máximo del agregado indicados en el proyecto y con base en el lugar de su elaboración, comprende los siguientes:

Concreto fabricado en obra: Que incluye lo correspondiente a adquisición de agregados fino y grueso o en casos especiales desmante y despilme de bancos y extracción de agregados, adquisición y acarreo libre de agua, adquisición y transporte del cemento al lugar de obra; almacenamiento y manejo en la obra de los distintos materiales que se utilicen; trituración, cribado o lavado de los agregados; mezclado y transporte. Concreto premezclado: Que incluye adquisición y suministro del concreto con las características de proyecto, acarreos y transporte a los elementos estructurales (concreto bombeado cuando se haya autorizado previamente).

E.01b Para su colocación y manejo, el concreto hidráulico incluye agua para el humedecimiento de los moldes, vaciado y compactación de la mezcla, mermas y desperdicios, preparación de juntas, curado, así como toda la mano de obra, uso de herramientas y equipo apropiado para lograr el acabado indicado en el proyecto.

E.01c En caso de utilizar juntas de dilatación su pago será por separado y el concepto incluye: valor de adquisición y transporte de materiales a la obra, cargas y descargas, almacenamiento, fabricación y colocación, para juntas metálicas o no metálicas.

E.01d Cuando la Dirección autorice el empleo de aditivos, este concepto incluye: valor de adquisición, transporte a la obra, cargas y descargas, almacenamiento, mermas y operaciones de aplicación.

E.01e Cuando la Dirección autorice el sistema de curado a vapor, el concepto debe incluir: materiales necesarios para la producción del vapor, agua, combustibles, lo que corresponda por la depreciación de ductos, tuberías y cubiertas, acarreos, carga y descarga de equipo; la mano de obra para el armado y desarmado de ductos y tuberías; también se incluye el equipo para la producción del vapor y la herramienta necesaria para la correcta ejecución del trabajo, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo ordenado por la Dirección.

E.01f En concreto bombeado autorizado por la Dirección, el concepto incluye: lo que corresponda por la depreciación de la tolva de descarga, de la bomba de concreto, de las tuberías, acarreo, carga y descarga, armado y desarmado del equipo necesario para la correcta ejecución del transporte del concreto por este sistema de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo ordenado por la Dirección.

E.01g El concreto hidráulico deberá cumplir la resistencia de proyecto, su consistencia medida por los ensayos de revenimiento y el tamaño máximo del agregado, siendo de la exclusiva responsabilidad del **Contratista**, así como los muestreos y pruebas necesarias para verificar su calidad, la cual deberá cumplir con la Norma Oficial Mexicana –NMX-C-155-Vigente.

E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN

E.02a El concreto hidráulico se medirá tomando como unidad el metro cúbico colocado de acuerdo con lo señalado en el proyecto o a las modificaciones autorizadas por la Dirección, con

aproximación de dos decimales. Cuando la Dirección haya autorizado cambios, se harán las modificaciones necesarias.

Se medirá por separado cada tipo de concreto ejecutado en el proyecto tomando como base su resistencia, revenimiento, tamaño máximo del agregado, tipo de cemento, acabado y elemento colado.

E.02b No se medirá el concreto que no cumpla con la resistencia del proyecto, con la excepción de que, dado el caso, la Dirección evaluará y dictaminará la procedencia del pago correspondiente previo estudio sobre la seguridad del elemento en cuestión, sin que esto releve al **Contratista** de su responsabilidad.

E.02c No se medirán todos aquellos concretos que presenten defectos por mal vibrado, los que no tengan las dimensiones de proyecto, los que presenten defectos de acabado cuando así lo ordene la Dirección, con la excepción de que, dado el caso, la Dirección evaluará y dictaminará la procedencia del pago correspondiente previo estudio sobre la seguridad del elemento en cuestión, sin que esto releve al **Contratista** de su responsabilidad.

E.02d No se medirán acarrees de cemento, aditivos, ni de los materiales para curado.

E.02e Las juntas de dilatación se medirán en la siguiente forma:

Juntas metálicas: Se tomará como unidad el m² o el dm², con el área y espesor fijados en el proyecto.

Juntas no metálicas: Se tomará como unidad el m² o el dm², con el área y espesor fijados en el proyecto.

E.02f Los aditivos empleados por autorización de la Dirección se medirán tomando como base de pago el kilogramo (kg) o el litro (lt) según sea la dosificación recomendada por el fabricante.

E.02g El concreto bombeado se medirá tomando como base el m³ y la distancia desde el sitio de ubicación de la bomba hasta el elemento estructural (longitud en m y altura en m)

E.03 BASE DE PAGO

E.03a Todos los conceptos de trabajo relacionados con este capítulo se pagarán con los precios unitarios establecidos en el contrato respectivo para cada uno de ellos, los que incluyen los costos directos, indirectos para su realización, el financiamiento y la utilidad del **Contratista**.

CAPÍTULO 4.02

CONCRETO PRESFORZADO

A. DEFINICIÓN

A.01 Presforzado es el artificio mediante el cual se provocan esfuerzos internos a un material con anterioridad a las cargas exteriores o simultáneamente a éstas, en magnitud y distribución tal, que combinados con los que originan las cargas exteriores, se produzcan esfuerzos comprendidos dentro de límites que el material pueda soportar indefinidamente de una manera más eficiente. Se puede tener concreto presforzado, acero presforzado, etc. En este capítulo únicamente se tratará el primero.

Una estructura presforzada difiere de una no presforzada en su comportamiento. Una viga simplemente apoyada de concreto o acero, se flexiona bajo efectos de su propio peso, deformación que aumenta al aplicarle en el mismo sentido otras fuerzas exteriores (cargas: uniformemente repartidas, concentradas o móviles); al flexionarse la estructura, las fibras longitudinales situadas arriba del eje neutro se acortan y las que quedan debajo de éste se alargan, produciéndose los esfuerzos de compresión y tensión, respectivamente.

En el caso de una viga de concreto reforzado, una gran parte de la zona que queda abajo del eje neutro se agrieta y sólo se considera capaz de admitir esfuerzos de compresión la parte que queda arriba de dicho eje, debiendo tomar todo el esfuerzo de tensión el acero de refuerzo; por lo tanto, el concreto abajo del eje neutro se aprovecha en forma mínima.

Con la aplicación del presfuerzo el comportamiento de una viga de concreto bajo las condiciones descritas anteriormente es diferente, ya que se logra que toda la sección esté sujeta únicamente a esfuerzos de compresión permanentes aprovechándose íntegramente, lo que evita el agrietamiento.

Normalmente la fuerza de presfuerzo se aplica en los extremos del elemento estructural, y su posición debe ser la adecuada para que se produzcan los esfuerzos de compresión requeridos en el proyecto para cada caso en particular.

La aplicación del presfuerzo se hace en las dos formas siguientes:

Postensado: Los cables de acero para producir el presfuerzo son alojados dentro de un ducto o tubo, para evitar que, durante el colado del concreto, se adhieran a él, y permitan ser tensados y anclados en el elemento después de endurecido el concreto y de que haya alcanzado la resistencia requerida en el proyecto para la aplicación del presfuerzo.

Pretensado: Los cables o alambres de acero son tensados antes del vaciado del concreto y soltados después de que éste haya endurecido y alcanzado la resistencia requerida en el proyecto, produciéndose así la fuerza de presfuerzo.

B. REFERENCIAS

B.01 Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este capítulo, los cuales se enlistan en la tabla que aparece a continuación:

TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS FORMAS

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACARREOS	3.06				
ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	4.01				
FABRICACIÓN DE LECHADA DE CEMENTO	4.04				
ANCLAS	4.10				

C. MATERIALES

C.01 Para la aplicación del presfuerzo en elementos de concreto hidráulico se recurre al empleo de cables de acero de alta resistencia, pudiendo estar formados por barras, torones o alambres.

Todo el acero de presfuerzo deberá estar protegido contra daños físicos, oxidación, corrosión, etc., durante todo el tiempo, desde su fabricación hasta que han sido cubiertos por la lechada dentro del ducto. Aquel acero de presfuerzo que haya sufrido cualquier daño deberá ser rechazado.

El acero de presfuerzo será de alta resistencia y deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

A) Alambres de alta resistencia: Con la norma ASTM-421 que indica:

– Resistencia mínima de ruptura a la tensión de acuerdo con el diámetro nominal del alambre.

DIÁMETRO NOMINAL DEL ALAMBRE		RESISTENCIA DE TENSIÓN MÍNIMA KG / CM ²	
PULGADAS	MM	ANCLAJE (BA)	ACUÑAMIENTO (WA)
0.192	4.88	A	17 500
0.196	4.98	16 800	17 500
0.250	6.35	16 800	16 800
0.276	7.05	A	16 450

A. En estos diámetros no se suministran para anclajes

– Resistencia mínima de fluencia medida por el método de 1.0% de alargamiento, aplicando un esfuerzo de tensión inicial de 2,030 kg/cm², de acuerdo con el diámetro nominal del alambre



DIÁMETRO NOMINAL DEL ALAMBRE		RESISTENCIA DE TENSIÓN MÍNIMA KG / CM ²	
PULGADAS	MM	ANCLAJE (BA)	CUÑAMIENTO (WA)
0.192	4.88	A	14 000
0.196	4.98	13 440	14 000
0.250	6.35	13 440	13 440
0.276	7.05	A	13 160

A. En estos diámetros no se suministran para anclajes

- Alargamiento mínimo después de la ruptura, referida a una longitud inicial de 25.4 cm 4.0%
- Tolerancia diámetro nominal, máx. 0.051 mm
- Por ningún motivo se permitirán las juntas soldadas en los alambres de presfuerzo

B) Torones de 7 alambres de alta resistencia:
Con la Norma ASTM-416 que indica:

DIÁMETRO NOMINAL DEL TORON		RESISTENCIA MÍNIMA DE RUPTURA DL TORON	AREA NOMINAL DEL ACERO DEL TORON	RESISTENCIA MÍNIMA DE RUPTURA DEL TORON
PULGADAS	MM	KG	CM ²	KG/CM ²
1 /4	6.35	4082	0.232	17 595
5/16	7.94	6577	0.374	17 586
3/8	9.53	9072	0.516	17 581
7/16	11.11	12247	0.703	17 421
1/2	12.70	16330	0.929	17 578

- Resistencia mínima de ruptura a la tensión, de acuerdo con el diámetro nominal del torón.
- Resistencia mínima de influencia medida por el método de 1.0% de alargamiento, de acuerdo con el diámetro nominal del torón.

DIÁMETRO NOMINAL DEL TORON		CARGA INICIAL	RESISTENCIA MÍNIMA	
PULGADAS	MM	KG	KG	KG/CM ²
1/4	6.35	408	3 470	14 957
5/16	7.94	658	5 579	14 917
3/8	9.53	907	7 711	14 944
7/16	11.11	1 225	10 433	14 841
1/2	12.70	1 633	13 880	14 941

- Alargamiento mínimo después de la ruptura 3.5
- Peso unitario nominal del torón en kg/m de acuerdo con la siguiente tabla:

DIÁMETRO NOMINAL DEL TORON		PESO UNITARIO NOMINAL
PULGADAS	MM	KG / M
1/4	6.35	0.181
5/16	7.94	0.295
3/8	9.53	0.407
7/16	11.11	0.535
1/2	12.70	0.735

– Tolerancia en el diámetro nominal + 0.40 mm

C) Barra de aleación de alta resistencia: Deberán estar relevadas de esfuerzo al estirarse en frío a un mínimo de 9,100 kg/cm². Después de estirarse en frío deberán cumplir con las siguientes especificaciones: Resistencia mínima de ruptura a la tensión 17,475 kg/cm²

Resistencia mínima de fluencia medida por el método de 1.0% de alargamiento 14,300 kg/cm²

Módulo de elasticidad mínimo 1,950 000 kg/cm²

Alargamiento mínimo después de la ruptura en una longitud de 20 diámetros 4% Tolerancia en diámetro de 0.076 a 0.0254 mm

Todo alambre, torón o barra que pretenda emplearse en estructuras de concreto presforzado, deberá enviarse a la obra debidamente etiquetado con número y peso total del lote, y acompañado de su certificado que garantice la calidad del acero de presfuerzo.

Generalmente los certificados de calidad del acero de presfuerzo proporcionados por el fabricante son confiables; sin embargo, la Dirección tendrá la facultad de efectuar los muestreos y pruebas necesarias al acero de presfuerzo cuando lo juzgue conveniente. Dichas pruebas serán pagadas por la Dirección.

C.02 Concreto hidráulico

El concreto hidráulico deberá cumplir con los requisitos marcados en el proyecto en cuanto a resistencia, revenimiento, tamaño máximo del agregado y porcentaje mínimo de su resistencia de proyecto para la aplicación del presfuerzo.

Dependiendo de la premura con que se requiera aplicar el presfuerzo, se determinará el procedimiento de curado del concreto hidráulico (que puede ser desde membrana impermeable hasta curado de vapor). Cualquiera que sea el método elegido, el Contratista deberá proporcionar el servicio de control de calidad para verificar la resistencia del concreto antes de tensar y a la edad de 28 días.

Las resistencias del concreto hidráulico más usuales para elementos estructurales de concreto presforzado son de 350 y 400 kg/cm² y el porcentaje mínimo de su resistencia para proceder a la aplicación del presfuerzo es del 85%. Sin embargo, estos datos deben estar indicados en el proyecto.

D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

Los procedimientos para aplicar el presfuerzo en un elemento estructural de concreto, se ajustarán a lo siguiente:

D.01 COLOCACION DE DUCTOS

Los ductos se colocarán estrictamente en la posición que indique el proyecto y deberán ser lo suficientemente resistentes para mantener su correcto alineamiento y forma después de colado, empleandolos elementos necesarios como: alambres, varillas y abrazaderas. También las juntas

entre tramo y tramo de ducto deberán ser herméticas para evitar que penetre la lechada del concreto durante la colocación de este, ya que de suceder esto, el diseño no funcionaría y se dificultaría el tensado.

D.02 COLOCACIÓN DEL ACERO DE PRESFUERZO

Antes de autorizar el empleo de acero, se deberá exigir al **Contratista** los certificados de calidad, gráficas de esfuerzo deformación y las pruebas de laboratorio que marca la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

Los cables, torones o barras de acero de presfuerzo se colocarán dentro del ducto en número y diámetro que venga especificado en el proyecto.

D.03 TENSADO

Una vez que la estructura de concreto haya alcanzado la resistencia requerida para el tensado según indicaciones del proyecto (verificada mediante las pruebas de compresión correspondientes, efectuadas por el laboratorio), y previa autorización de la Dirección, se procederá a la aplicación del tensado, cuyo procedimiento en principio puede considerarse general y por lo mismo independiente de los sistemas particulares que se emplean en: la forma de sujetar el cable, la manera de transferir los esfuerzos al concreto y el empleo de anclajes de diseño especial.

Las operaciones de presforzado en sí, se pueden generalizar en el siguiente orden:

D.03a Se lavarán los ductos con una solución adecuada que garantice limpieza completa.

D.03b Se anclarán los cables de presfuerzo perfectamente de acuerdo con el sistema particular que pretenda emplearse o el que se indique en el proyecto.

D.03c Se procederá al estudio de los diagramas de esfuerzos, anotando los valores exigidos, con objeto de conocer las fuerzas de tensión necesarias en los respectivos cables, teniendo especial cuidado en los valores de fricción y en la caída de tensión por acuanamiento al final del tensado.

D.03d Con la curva esfuerzo-deformación del acero por emplear (datos proporcionados por el fabricante en los certificados de calidad) y con los datos de proyecto, se calcularán las elongaciones que se presentarán en el acero.

D.03e Se deberá conocer el funcionamiento del gato y el área del pistón que recibirá la presión por aplicar mediante la bomba de inyección que se regulará con un manómetro.

D.03f Se deberá purgar el gato para expulsar las burbujas de aire, basura, etc., con objeto de garantizar el buen funcionamiento de este.

D.03g Se deberán verificar y calibrar los manómetros. Normalmente esta operación se efectuará en el laboratorio, y antes de su empleo en la obra se tendrán las tablas o gráficas de calibración correspondientes.

D.03h Se comprobará que los cables corran libremente dentro del ducto, con objeto de asegurar que la acción del tensado se distribuya en toda la longitud del cable, cuando éste no corra, se conectará el gato de tensado a uno de los extremos del cable, con el fin de romper los taponamientos que puedan existir en el interior del ducto, los cuales con este procedimiento llegan a fracturarse y permiten el deslizamiento del cable atorado.

D.03i Se procederá al tensado del cable en la forma siguiente:

Si se tensa de un solo lado, se aplica primeramente una presión de 50 kg/cm², hecho lo anterior se marcan en los alambres, con la mayor exactitud posible y teniendo la trabe como referencia, distancias arbitrarias para medir los alargamientos.

A continuación, se eleva la presión a 100 kg/cm², midiendo la elongación, y se sigue aplicando presión hasta llegar a los esfuerzos calculados, **EN NINGÚN CASO SE DEBERÁ EXCEDER EL**

LIMITE ELÁSTICO DEL ACERO, verificándose este valor mediante la división de la fuerza aplicada entre el área nominal del cable.

No se determina el alargamiento del cable entre 0 y 50 kg/cm² de presión, debido a que, durante esta etapa, tiene lugar un acomodamiento del cable, produciéndose un alargamiento aparentemente mucho mayor que el correspondiente al esfuerzo aplicado.

Durante el proceso de tensado el **Contratista** deberá llevar un registro detallado del mismo en cuanto a cargas aplicadas y alargamientos registrados, debiendo entregar el original a la Dirección, quien también supervisará todo este proceso.

El orden de tensado, así como si se requiere tensar aisladamente cada uno de los alambres, estará indicado en el proyecto y el **Contratista** deberá apegarse estrictamente a él.

D.03j Cuando por exigencias del proyecto haya necesidad de tensar de los dos lados, se procederá en forma semejante a la indicada anteriormente, instalando en ambos extremos gatos, y aplicando al mismo tiempo las fuerzas de tensado.

D.03k Final del tensado, la distribución de las tensiones a lo largo del cable es variable, siendo menor el centro y mayor en los extremos. Por consiguiente, para efectos de trabajo, se hace preciso reducir las tensiones máximas sin afectar las exigidas por el proyecto.

Existen diversos sistemas para la aplicación del presfuerzo, que en términos generales difieren entre sí en la forma de sujetar el cable durante el tensado y en el equipo para transmitir los esfuerzos al concreto. Entre los sistemas más usuales se pueden enunciar los siguientes: Freyssinet, BBRV (Birkenmaier, Brandestini, Ros y Voge), Prescott, Stresstell, Philipp Holzmann, Ramza, Stronghold, etc.

En cada una de las obras en donde se aplique presfuerzo se indicará en el proyecto el sistema a seguir.

D.04 INYECCIÓN DE LECHADA EN DUCTOS

Después del tensado se procederá a efectuar la inyección de la lechada que rellenará el espacio libre entre alambres y ductos, para evitar que los cables se corroan por la oxidación, fenómeno que cristaliza el acero y que le hace perder su resistencia.

El tiempo recomendable para efectuar la inyección de la lechada está comprendido entre 8 y 48 horas después de haber tensado, ya que permite reacomodarse en el acero y evita que se humedezcan los ductos.

El inyectado se hará con una bomba de presión introduciendo primero agua para la limpieza de los cables y el ducto. Después del lavado se inyecta una mezcla de agua-cemento con un aditivo para hacerla fluida, este aditivo tendrá propiedades expansivas para evitar contracciones por fraguado y obtener así una mayor adherencia.

Una vez que la lechada sale espesa y después de cerciorarse de que no arrastra burbujas, se obtura el orificio de salida y se continuará con la inyección hasta rellenar completamente el ducto, procediendo finalmente a sellar la entrada.

Este sellado para cada caso en particular se hará de acuerdo con las indicaciones del proyecto o de la Dirección.

E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

E.01 ALCANCES

Los trabajos de concreto presforzado comprenden los siguientes conceptos:

E.01a Concreto hidráulico

- En elementos precolados. Incluyen: adquisición y acarreo del concreto cuando se emplee concreto premezclado; adquisición de agregados, cemento y agua, y mezclado, cuando el concreto se fabrique en la planta; lo que corresponda por el acondicionamiento de los patios de colado; colocación, compactación, acabado y curado del concreto.

- En elementos colados en el lugar incluyen: adquisición y acarreo del concreto cuando se emplee concreto premezclado; adquisición de agregados, cemento y agua, y mezclado, cuando el concreto se fabrique en la obra; colocación, compactación, acabado y curado del concreto.

E.01b Acero de refuerzo para el concreto de acuerdo con lo indicado en los alcances del capítulo de acero de refuerzo de estas Normas.

E.01c Acero de presfuerzo. Incluye: adquisición del acero, ductos y accesorios necesarios, mermas y desperdicios; elevación, carga; elaboración de la lechada de cemento y aditivos cuando sea necesario; habilitado, trazo, colocación; aplicación del presfuerzo (tensado) en caso requerido; relleno de ductos y limpieza final; y en general todo el equipo, herramientas y personal necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo con el proyecto o a las indicaciones de la Dirección.

E.01d Anclajes especiales para cada sistema de presfuerzo indicado en el proyecto. Incluye: adquisición de los anclajes y materiales de consumo; elevación, cargas, acarreo, descargas, desperdicios; habilitado; fabricación y colocación a cualquier altura; insertado de cables; corte y cabeceado de las puntas; limpieza final; y en general todo el equipo, herramientas, dispositivos especiales y personal necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo con el proyecto o a las indicaciones de la Dirección.

E.01e El montaje de los elementos estructurales presforzados incluye: lo que corresponda por cargas, acarreo, descargas y almacenamiento de los elementos estructurales; fabricación y remoción de la obra falsa; montaje; y en general el equipo, la herramienta y mano de obra necesarios para la correcta ejecución de los trabajos de montaje de acuerdo con el proyecto o a las indicaciones de la Dirección.

E.01f Dependiendo de la forma de pago, las estructuras de concreto presforzado por unidad de obra terminada, abarcarán lo que se indica a continuación:

- Por metro cúbico de concreto presforzado colado en el lugar incluye lo que corresponda por: concreto hidráulico, acero de refuerzo y de presfuerzo; tensado, montaje, los demás materiales equipo y operaciones necesarias para la ejecución correcta de los trabajos
- Por pieza fabricada entregada en el lugar que fije la Dirección incluye: concreto hidráulico, acero de refuerzo y de presfuerzo; anclajes, tensado de acuerdo con el proyecto, cargas, acarreo, descargas y almacenamiento de las piezas; y en general los demás materiales, equipo, herramientas y personal necesarios para la correcta ejecución del trabajo.
- Por pieza fabricada y montada incluye: concreto hidráulico, acero de refuerzo y presfuerzo, tensado inicial; cargas, acarreo, descargas y almacenamiento de las piezas; obra falsa, fabricación y remoción; montaje; tensado total; anclajes y en general los demás materiales, equipo, herramientas y personal para la correcta ejecución de los trabajos.

E.01g También se incluirán los muestreos y las pruebas de laboratorio necesarias para determinar la calidad de: concreto hidráulico, acero de refuerzo y acero de presfuerzo, con la frecuencia que marque la norma oficial mexicana correspondiente.

Así mismo deberá contarse con los certificados de calidad particulares de cada material: ductos y anclajes.

E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN

Las estructuras de concreto presforzado se medirán como se indica a continuación.

E.02a El concreto hidráulico tomando como unidad el metro cúbico.

E.02b El acero de refuerzo para concreto, tomando como unidad el kilogramo.

E.02c El acero de presfuerzo, tomando como unidad el kilogramo.

E.02d El suministro y colocación de anclajes tomando como unidad la pieza

E.02e El montaje de elementos estructurales presforzados se medirá en cualquiera de las formas que se indican a continuación:

- Tomando como unidad la tonelada de concreto presforzado. Basándose en el peso fijado en el proyecto, con las modificaciones en más o menos autorizadas por la Dirección.
- Tomando como unidad la pieza de cada elemento estructural, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo ordenado por la Dirección.

E.02f Las estructuras de concreto presforzado por unidad de obra terminada, se medirán en cualquiera de las formas siguientes:

- Tomando como unidad el metro cúbico de concreto del elemento estructural montado, de acuerdo con los volúmenes cubificados en el proyecto, con las modificaciones en más o menos autorizadas por la Dirección.
- Tomando como unidad las piezas del elemento estructural fabricado y montado, de acuerdo con las características estipuladas en el proyecto.



E.03 BASE DE PAGO

E.03a Los conceptos de trabajo relacionados con este Capítulo se pagarán con el precio unitario que para cada uno de ellos se establezca en el contrato, e incluirán los costos directos e indirectos, el financiamiento, y la utilidad del **Contratista**.



CAPÍTULO 4.03 MORTEROS

A. DEFINICIÓN

A.01 Producto resultante de la mezcla de materiales cementantes con arena y agua.

A.01a Morteros para mampostería.

A.01b Morteros para recubrimientos de muros, aplanados y detalles arquitectónicos.

A.01c Morteros para recubrir o revestir excavaciones o taludes para su protección.

B. REFERENCIAS

B.01 Algunos conceptos de los capítulos de estas normas se relacionan con morteros, los cuales se especifican en la tabla que aparecen al final de este capítulo.

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ACARREOS	3.06				
MATERIALES FABRICADOS CON ELEMENTOS NATURALES		4			
ESTRUCTURAS E INSTALACIONES		5			
INSTALACIONES HIDRÁULICAS		6			
DRENAJE Y ALCANTARILLADO		7			
DEMOLICIONES, PAVIMENTOS Y GUARNICIONES		8			
RECUBRIMIENTOS Y DETALLES DE ALBAÑILERÍA		10			
PERFORACIÓN DE POZO PARA AGUA POTABLE		11			
ESTRUCTURAS METÁLICAS		12			
LIMPIEZAS		13			

C. MATERIALES

C.01 Los materiales que se utilizan en morteros son los siguientes:

- Cemento
- Cal hidratada
- Morteros hidráulicos
- Arena
- Agua
- Aditivos

C.02 La proporción en volumen de estos materiales para obtener las condiciones necesarias en los diferentes morteros, se fijará en el proyecto.

C.03 Cuando el proyecto así lo indique, se utilizará arena de río o de producto de trituración.

C.03a Tratándose de arenas procedentes de bancos naturales, ríos o bancos de aluviones, será la que indique la Dirección (sin recurrir a la operación de trituración); el **Contratista** se sujetará a los requerimientos de la Dirección.

C.04 CEMENTANTES

C.04a Los cementantes serán proporcionados por el **Contratista** cumpliendo con los requisitos de calidad que marca la norma NMX-C-111 vigente

C.05 ARENA

C.05a La arena deberá cumplir con todos los requisitos de calidad, granulometría, sanidad y lo que indique la NMX-C-111 Vigente.

C.05b El contrato podrá fijar, para casos especiales, que la arena que proporcione el **Contratista** sea: producto de trituración, obtenida directamente de río o adquirida de proveedores de materiales.

C.06 AGUA

C.06a El agua que se incorpore a los morteros deberá cumplir los análisis previos para que se garantice que esté libre de impurezas que pudieran afectar la calidad y la resistencia de los morteros.

C.06b El agua siempre será proporcionada por el **Contratista**.

D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

D.01 El **Contratista** deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del contrato, cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en el mismo, pero en caso de que propusiera un cambio para mejorar el programa de construcción éste fuera aceptado, no será motivo para pretender un cambio de precio unitario.

D.02 Los morteros se fabricarán de acuerdo con el tipo señalado en el proyecto para emplearlos en los diferentes conceptos de trabajo.

D.03 ELABORACIÓN DE MORTEROS

D.03a Dependiendo del volumen de mortero necesario para cumplir con el contrato de obra, éste podrá ser elaborado a mano o empleando equipo.

D.03b Cuando el mortero sea elaborado a mano, se procederá de la manera siguiente: primero se mezclarán en seco la arena y el cementante con las cantidades fijadas sobre una superficie limpia, hasta que esa mezcla adquiera un color uniforme; enseguida se le agregarán el agua con la cantidad fijada en el proporcionamiento y se revolverá hasta formar una pasta uniforme y trabajable.

D.03c Cuando el mortero sea elaborado con revolvedora, se procederá de la manera siguiente: primero se vaciarán dentro de la revolvedora el cementante, arena y el agua; se iniciará enseguida el mezclado, que durará el tiempo necesario hasta que forme una mezcla uniforme y trabajable.

D.03d Cuando el mortero sea elaborado con equipos especializados para un mortero especial, se deberán utilizar los procedimientos indicados por el fabricante del equipo.

E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

E.01 ALCANCES

E.01a Dentro de los alcances considerados para fines de medición y pago se incluyen todas las operaciones de mano de obra, materiales, equipo y herramienta, que para cada concepto de trabajo correspondan en los diferentes tipos de mortero que se relacionan con este capítulo de las normas.

E.01b Toda la arena será proporcionada por el **Contratista**, e incluirá el valor de adquisición de la misma o de la extracción de su estado natural incluyendo el pago de regalías que fijen las Leyes Federales y Estatales correspondientes, la carga, la descarga, almacenamiento y demás maniobras que sean necesarias para contar con este material en el sitio de su utilización, la mano de obra y equipo, la fabricación del mortero, que incluyen así mismo las mermas y desperdicios.

E.01c Se incluye en morteros: la instalación y desmantelamiento de equipos para su elaboración, la fabricación propiamente dicha, herramientas, la mano de obra necesaria para la fabricación y la colocación del mortero.

E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN

E.02a Los conceptos de obra a que se refiere este capítulo, se medirán tomando como unidad el metro cúbico (m^3) con aproximación a un (0.1) decimal o por metro cuadrado (m^2) con aproximación a la unidad.

E.02b El mortero se medirá ya colocado, ya sea incluido como parte en la fabricación de mampostería, muros de piedra o muros en general en cuyo caso el pago estará incluido dentro del concepto de la unidad de obra terminada o bien colocado individualmente como aplanado o recubrimiento de muros, en recubrimiento de detalles arquitectónicos, para protección de excavaciones o taludes, pagándose por metro cuadrado (m^2) con aproximación a la unidad.

E.02c No se medirán ni se pagarán los morteros fabricados o colocados incorrectamente, ni las operaciones que el **Contratista** tenga que realizar por separado para reponerlos, quedando a su cargo el costo de todos los materiales, cuando éstos hayan sido proporcionados por la Dirección o por él mismo.

E.02d No se medirán los morteros que se utilicen en rellenar huecos de mampostería mal ejecutadas, ni en los rellenos de sobre excavaciones, ni los que coloque fuera de las líneas y niveles señalados en el proyecto.

E.02e El acarreo de la arena dentro del primer kilómetro y los kilómetros subsecuentes se medirá y pagará de acuerdo con lo que se señale en cada uno de los trabajos correspondientes a

morteros y lo que concierne al capítulo de “acarreos” de estas mismas Normas.

E.03 BASE DE PAGO

E.03a Los conceptos de trabajo relacionados con este capítulo se pagarán con los precios unitarios respectivos establecidos en el catálogo del contrato, los que incluirán los costos directos e indirectos, el financiamiento, y la utilidad del **Contratista**.

E.03b Cuando el mortero forme parte de los componentes de un concepto de trabajo, su costo quedará incluido dentro del concepto que lo utilice, ya sean mamposterías, muros, aplanados, pisos, firmes, etc.



CAPÍTULO 4.04

FABRICACIÓN DE LECHADA DE CEMENTO

A. DEFINICIÓN

A.01 Se entiende por lechada de cemento al material resultante de la mezcla de cemento Portland y agua, que en determinadas proporciones se utiliza para recubrir superficies o para rellenar juntas en algunos tipos de pisos o recubrimientos, tales como: terrazos, mosaicos y azulejos.

B. REFERENCIAS

B.01 Existen algunos capítulos de estas Normas que se relacionan con lechadas, los cuales se enlistan en la tabla que aparece a continuación:

TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	4.01				
CONCRETO PRESFORZADO	4.02				
PISOS	5.03				
ZOCLOS	5.04				
DETALLES DE AZOTEA	10.09				
IMPERMEABILIZACIONES	10.10				

C. MATERIALES

C.01 Los materiales que se utilizan en lechadas para los diferentes conceptos de trabajos relativos a este capítulo normalmente son:

- Cemento blanco
- Cemento gris
- Aditivos colorantes
- Agua

C.02 La proporción de los materiales para obtener las características deseadas en las diferentes lechadas serán fijadas en el proyecto o por la Dirección.

C.03 El **Contratista** deberá proporcionar todos los materiales necesarios para la fabricación de lechadas.

C.04 AGUA

C.04a El agua se obtendrá de los sitios que fije la Dirección y siempre será proporcionada por el **Contratista**.

D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

D.01 El **Contratista** deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del contrato. Cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en el mismo, pero podrá poner a consideración de la Dirección para su aprobación algún cambio que justifique mejoras en el programa de trabajo y en caso de ser aceptado, éste no será motivo para pretender revisión de nuevos precios diferentes a los establecidos.

E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

E.01 ALCANCES

E.01a Los conceptos de trabajo relacionados con esta norma comprenderán las siguientes operaciones: Adquisición y acarreos de los materiales empleados; fabricación de la lechada con el tipo de cemento y proporción; equipo; mano de obra; toda la herramienta necesaria para la correcta ejecución de estos trabajos de acuerdo con las indicaciones del proyecto o de la Dirección y el curado adecuado para que la lechada logre un endurecimiento correcto, teniendo el cuidado necesario para no remover el material recién colocado.

E.01b Curado

Una vez que se haya colocado la lechada, deberá curarse para lograr un endurecimiento correcto con el cuidado necesario para no remover el material recién colocado.

E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN

E.02a Los conceptos de trabajo a que se refiere este capítulo se medirán tomando como unidad el metro cúbico (m³) con aproximación a un decimal (0.1)

Sin embargo, de acuerdo con los conceptos de trabajo en que interviene la lechada, podrá medirse por metro cuadrado o quedar incluida esta operación dentro del precio unitario de un concepto de obra siempre y cuando así se estipule en el contrato.

E.03 BASE DE PAGO

E.03a Los conceptos de trabajo relacionados con este capítulo se pagarán con los precios unitarios estipulados en el contrato respectivo para cada uno de ellos, los cuales incluyen costos directos e indirectos, el financiamiento, y la utilidad del **Contratista**.

CAPÍTULO 4.05 ACERO DE REFUERZO

A. DEFINICIÓN

El acero de refuerzo para concreto hidráulico lo constituyen: varillas, alambres, cables, barras, soleras, ángulos, rieles, mallas, metal desplegado u otras secciones o elementos estructurales que se usan dentro o fuera del concreto en ductos o sin ellos, para ayudar a este a absorber cualquier clase de esfuerzos.

A.01 Tomando como base su forma, las varillas de acero para refuerzo se clasifican en los siguientes tipos:

Varilla corrugada: Es aquella cuya superficie está provista de rebordes y salientes llamados “corrugaciones”, los cuales inhiben el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

Varilla lisa: Es aquella que está desprovista de corrugaciones o que teniéndolas no cumple con los requisitos establecidos.

A.02 Tomando como bases sus esfuerzos a la tensión las varillas se clasifican en:

Grado 30: Cuyo límite de fluencia mínimo es de 3000 kg/cm²

Grado 42: Cuyo límite de fluencia mínimo es de 4200 kg/cm²

Grado 50: Cuyo límite de fluencia mínimo es de 5000 kg/cm²

Grado 60: Cuyo límite de fluencia mínimo es de 6000 kg/cm²

B. REFERENCIAS

B.01 Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la tabla que aparece a continuación:

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	4.01				

C. MATERIALES

C.01 De los tipos de varilla existentes, la varilla corrugada grado 42, alta resistencia, es la más comúnmente empleada en el ramo de la construcción en nuestro país, la cual deberá cumplir con los requisitos de la NMX-C-407-ONNCCE-2001 para “Industria de la construcción-varilla corrugada de acero proveniente de lingote y palanquilla para refuerzo de concreto-especificaciones y método de prueba”.

C.01a Tamaño, dimensiones nominales de las varillas corrugadas y sus números de designación con la tabla siguiente:

VARILLA CORRUGADA PARA REFUERZO DE CONCRETO

No.	Diámetro nominal		Área nominal		Peso unitario		Perímetro		Separación promedio máxima entre corrugaciones		Altura mínima de las corrugaciones		Longitud perimetral mínima de las corrugaciones		No. Aproximado de varillas de 12 m por tonelada
	mm	in.	mm ²	in ²	Kg/m	Lb/ft	mm	in.	mm	in.	mm	in.	mm	in.	
2	6.4	¼	32	0.05	0.251	0.167	20.1	0.786	-	-	-	-	-	-	-
2.5	7.9	5/16	49	0.08	0.384	0.261	24.8	0.982	5.5	0.219	0.3	0.013	18.6	0.736	217
3	9.5	3/8	71	0.11	0.557	0.376	29.8	1.178	6.7	0.262	0.3	0.015	22.4	0.883	150
4	12.7	½	127	0.20	0.996	0.668	39.9	1.571	8.9	0.350	0.5	0.020	29.9	1.178	84
5	15.9	5/8	199	0.31	1.560	1.043	50.0	1.963	11.1	0.437	0.7	0.028	37.5	1.472	53
6	19.1	¾	287	0.44	2.250	1.502	60.0	2.356	13.4	0.525	1.0	0.038	45.0	1.767	37
7	22.2	7/8	387	0.60	3.034	2.044	69.7	2.749	15.5	0.612	1.1	0.044	52.3	2.062	27
8	25.4	1	507	0.79	3.975	2.670	79.8	3.142	17.8	0.700	1.3	0.050	59.9	2.356	21
9	28.6	1 1/8	642	0.99	5.033	3.381	89.8	3.534	20.0	0.787	1.4	0.056	67.4	2.650	17
10	31.8	1 ¼	794	1.23	6.225	4.172	99.9	3.927	22.3	0.875	1.6	0.063	74.9	2.945	13
11	34.9	1 3/8	957	1.48	7.503	5.049	109.6	4.320	24.4	0.962	1.7	0.069	82.2	3.240	11
12	38.1	1 1/2	1140	1.77	8.938	6.008	119.7	4.712	26.7	1.050	1.9	0.075	89.8	3.534	9

El número con que se designan las distintas varillas, es igual al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de la varilla. La número 2 se fabrica únicamente como varilla lisa (alambón).

C.01b Requisitos de tensión de acuerdo con la siguiente tabla:

PRUEBAS	GRADO 30	GRADO 42	GRADO 52	GRADO 60
RESISTENCIA EN LATENCIA MÍNIMA (KG / CM ²)	5,000	6,300	7,000	7,000
LIMITE DE FLUENCIA, MÍNIMO (KG / CM ²)	3,000	4,200	5,200	6,000
ALARGAMIENTO EN 203.2 MM MÍNIMO, (%) VARILLA NÚMERO:				
2,2.5 Y 3	11	9	8	
4,5 Y 6	12	9	8	
7	11	8	7	
8	10	8	7	
9	9	7	7	
10	8	7	7	
11 Y 12	7	7	5	
ALARGAMIENTO EN 50.8 MM MÍNIMO, (%) VARILLA NÚMERO:				
11 Y 12		9	6	

C.01c Doblado



En esta prueba las probetas deben doblarse a la temperatura ambiente, pero en ningún caso a menos de 16° C (dieciséis grados centígrados) alrededor de un mandril, sin agrietarse en la parte exterior de la zona doblada. Los requisitos que deben cumplirse, para el ángulo de doblado y los tamaños del mandril, se indican en el cuadro siguiente:

DESIGNACIÓN No. de varilla	DIÁMETRO DEL MANDRIL PARA DOBLADO		
	180°	180°	90°
	GRADO 30	GRADO 42	GRADO 52
2,2.5,3,4 Y 5	d = 4t	d = 4t	d = 5t
6	d = 5t	d = 5t	d = 6t
7 Y 8	d = 5t	d = 6t	d = 7t
9,10,11 Y12	d = 5t	d = 8t	d = 8t

C.01d Las tolerancias de peso no deben exceder los límites indicados en la tabla siguiente:

DIÁMETRO DE LAS VARILLAS, (MM)	LOTE EN MENOS (%)	VARILLAS INDIVIDUALES, EN MENOS (%)
TODOS	3.5	6.0

- Para la aplicación de esta tabla deben utilizarse los pesos nominales indicados en el inciso C.01a.
- Las varillas de refuerzo se califican con base en su peso nominal. En ningún caso el sobrepeso de cualquier lote o varilla debe ser causa de rechazo, a menos que por acuerdo previo entre fabricante o consumidor se fije un porcentaje determinado.
- El término lote se refiere a todas las varillas del mismo peso unitario nominal que corresponde a una orden de embarque.

C.01e MUESTREO DE LA VARILLA DE REFUERZO.

La calidad de la varilla de acero de refuerzo será avalada mediante pruebas de laboratorio, servicio que deberá proporcionar el **Contratista** con una empresa del ramo debidamente acreditada por la Dirección, sujetándose a lo siguiente:

- Se harán con anterioridad a la iniciación de la obra, por lo que no se usarán varillas que no hayan sido previamente autorizadas por la Dirección.
- Se ensayarán para cada diámetro de varilla, como mínimo 2 (dos) probetas a la tensión y 1 (una) al doblado por cada diámetro y por cada lote. En caso que el lote exceda de 25 toneladas se tomará esa intensidad por cada 25.
- El **Contratista**, teniendo los planos correspondientes, deberá elaborar con anticipación la lista de acero que se requiera y formular un programa de suministro; deberá informar a la supervisión de la obra de los lotes recibidos, especificando: fecha, procedencia, cantidad, características generales y sitio preciso de almacenaje; las varillas deberán estar separadas por lotes de diferentes diámetros, de manera que sean fácilmente identificables para su muestreo y localización.

La varilla de acero de refuerzo para el concreto es de los materiales de construcción que normalmente presentan buena calidad, debido al buen control que se lleva durante su fabricación. Sin embargo, se recomienda que la varilla sea adquirida preferentemente de laminadoras cuya calidad de acero sea ampliamente reconocida por la Dirección.



C.02 Otro de los materiales utilizado para el refuerzo del concreto es el alambre corrugado de acero, laminado en frío, el cual debe de cumplir con lo marcado en la norma la NMX-D-072-1986 para “Alambre corrugado de acero, laminado en frío para refuerzo de concreto”.

C.03 Cuando se utilice alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto se debe de cumplir con lo marcado en la norma NMX-B-253-1988.

C.04 Cuando se utilice malla soldada de alambre liso de acero para refuerzo de concreto se debe de cumplir con lo marcado en la norma NMX-B-290-1988.

C.05 Cuando se utilicen armaduras electro soldadas de sección triangular, de alambre de acero corrugadoo liso para refuerzo de elementos estructurales de concreto se debe de cumplir con lo marcado en la norma NMX-B-455-1987.

C.06 Cuando se utilicen armaduras soldadas de alambre de acero para castillos y dalas se debe de cumplir con lo marcado en la norma NMX-B-456-1987.

D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

D.01 Las operaciones necesarias para el habilitado, manejo y colocación del acero de refuerzo, deberán serejecutadas con los equipos necesarios y adecuados, apegándose estrictamente a las indicaciones de los planos de proyecto, y deberán seguirse las siguientes recomendaciones para la buena ejecución de estos.

D.01a El acero de refuerzo deberá llegar a la obra sin oxidación perjudicial de acuerdo con la Norma Mexicana vigente, exento de aceites, grasa, quiebres, escamas y deformaciones de la sección.

D.01b El acero de refuerzo deberá almacenarse bajo cobertizos, clasificado según tipo y sección, y protegerse contra la humedad y alteración química.

D.01c Las varillas de acero de refuerzo que se empleen deberán corresponder a la clase, diámetro y número indicados en los planos de proyecto autorizados, y sólo se permitirá sustitución de los diámetros o grado con autorización escrita de la Dirección.

D.01d Todos los cortes y dobleces de las varillas se efectuarán en frío.

D.01e Se deberá disponer de las silletas, amarres y separadores que sean necesarios para garantizar la posición y recubrimientos estipulados del armado. Para los separadores y las silletas, se deberán utilizar materiales autorizados por la Dirección, y no deberán de usarse para este objeto: gravas, trozos de madera o pedazos de metal diferentes al acero.

Los amarres deberán hacerse con alambre recocido o con el tipo de sujeción que marque el proyecto.

D.01f Todo el acero de refuerzo indicado en los planos de proyecto, tiene funciones específicas quedeseñar dentro de la estructura en conjunto, por lo que deberá verificarse estrictamente su posición, incluyendo estribos, acero por temperatura, etc.

No se aceptarán modificaciones en la posición o diámetros de los armados sin autorización de la Dirección y mediante croquis debidamente autorizados.

D.01g El proyecto y/o la Dirección autorizará que el armado se efectúe agrupando las varillas en paquetes de 2 ó 3, según el caso, siempre y cuando no se disminuya la adherencia teórica del acero con el concreto, ni se presenten cambios estructurales.

D.01h Adicionalmente al refuerzo que marcan los planos, se dejarán en columnas, trabes, contra trabes, vigas y losas, las anclas necesarias para los refuerzos de contravientos y muros,

incluyendo varillas que correspondan a dalas, cerramientos y castillos.

D.01i Previo al colado, el acero de refuerzo deberá estar libre de costras de óxido, lodo, aceite o materias que destruyan o reduzcan su adherencia con el concreto.

D.01j Las varillas deberán amarrarse en todas sus intersecciones, excepto cuando el espacio entre ellas sea menor de 30 cm en cada Dirección, en cualquier caso, las intersecciones alternadas deberán estar sujetas.

D.01k La separación mínima entre superficies de varillas o paquetes será de 2.5 cm o el diámetro de la varilla mayor, y nunca menor al del tamaño máximo del agregado pétreo del concreto hidráulico.

D.01l Para elementos estructurales precolados sujetos a movimientos posteriores, se colocarán los ganchos de izaje en la posición indicada en los planos del proyecto.

D.01m En todos los casos los dobleces o ganchos de las varillas se sujetarán a lo siguiente:

D.02 ANCLAJE

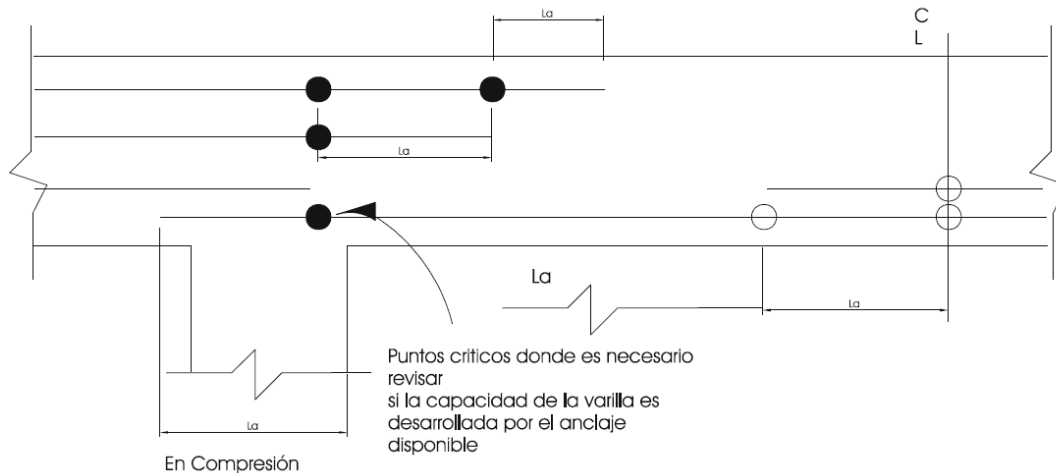
Se ha optado por prescindir de las recomendaciones que suelen hacer otros reglamentos limitando los valores de adherencia promedio calculados con expresiones de la forma $u = V_u / o_j d$. En sustitución de este tipo de requisito se han establecido requisitos de anclaje, complementarios de los que suelen especificarse, que cumplen las mismas finalidades.

Es necesario proporcionar anclaje adecuado a partir de todos los puntos de las barras donde se alcanzan esfuerzos máximos, como se indica en la figura.

Para evitar fallas de adherencia o de desgarramiento, el esfuerzo calculado de tensión o compresión de cualquier barra en cualquier sección debe desarrollarse a cada lado de la sección por medio de una superficie longitud de anclaje, L_a , ganchos (en el caso de tensión únicamente), algún dispositivo mecánico de anclaje, o combinaciones de estos procedimientos.

En las caras de los apoyos de un miembro continuo y en el acero que se prolonga en secciones donde se interrumpe parte del refuerzo se considerará que el esfuerzo en tal acero es F_y , salvo en el caso previsto en la condición 5, del inciso a).

Los requisitos de anclaje se satisfacen para el esfuerzo positivo en los extremos de elementos libremente apoyados y cerca de puntos de inflexión cuando dicho refuerzo se dimensiona de acuerdo con el inciso b). La longitud de anclaje no debe ser menor que 30 cm. No es necesario aplicar los factores del inciso a) a esta longitud mínima. Puede considerarse que una varilla de tensión que anclada si se dobla a través de la manera que forme un ángulo no menor de 15° con la porción longitudinal de la varilla y se haga continua con el refuerzo de la cara opuesta del miembro. Salvo cuando se indica lo contrario, las recomendaciones siguientes se refieren a varillas corrugadas.



a) Longitud de anclaje de varillas en tensión.

En las expresiones en que está involucrado el brazo de palanca del par interno, j_d se ha usado 0.9 como valor de j , simplificación que parece razonable en este tipo de cálculos.

La longitud de anclaje básica está dada por:

$$L_a = \frac{a_s f_y}{15 \sqrt{f_c}} > \frac{D f_y}{150}$$

Donde D es el diámetro de la varilla y a_s su área

La longitud de anclaje básica deberá multiplicarse por los siguientes factores, cuando sean aplicables, considerados acumulativamente.

Condición en que debe aplicarse el factor	Factor
1. Varillas altas (que tienen más de 30 cm. de concreto debajo de ellas)	1.4
2. Varillas con separaciones centro a centro superiores a doce diámetros o que distan más de seis diámetros de la cara del miembro.	0.83
3. Varillas en concreto ligero	1.33
4. Refuerzo con $f_y > 4200 \text{ kg/cm}^2$	$2 - 4000/f_y$
5. Refuerzo superior al requerido o resistencia	$\frac{M_u}{0.9 A_s d} > f_y$
6. Varillas totalmente rodeadas por un refuerzo helicoidal en el que la separación libre es inferior a 8 cm o por estribos, de acuerdo con 2.3e	0.83

b) Requisitos especiales del refuerzo de tensión

En el caso de comprobaciones en el punto de inflexión donde no existen reacciones de compresión, es evidente que deberá usarse 1.0 como coeficiente de M_{uo}/V_{uap} en lugar de 1.3.

En los extremos de vigas sobre apoyos libres, y en puntos de inflexión el diámetro de las varillas del refuerzo para momento positivo debe ser tal que la longitud de anclaje, la calculada de acuerdo con el inciso a), no exceda de:

$$1.3 \frac{M_{uo}}{V_{uap}} + L_b$$



Muo es la resistencia última a momento calculada, por medio de la expresión $Muo = 0.9A_s f_y d$,

Donde:

As es el área de acero que se prolonga hasta el extremo de la viga o que pasa por el punto de inflexión.

Vuap es la fuerza cortante máxima que actúa en el paño del apoyo o en el punto de inflexión.

Para comprobaciones en los apoyos L_b se toma igual a la longitud del refuerzo que se prolonga más allá del centro del apoyo. Para comprobaciones en los puntos de inflexión, L_b se toma igual al peralte efectivo.

El coeficiente 1.3 debe reducirse a 1.0 cuando no existe una reacción de compresión que contiene al refuerzo.

c) La longitud de anclaje mínima de una varilla en compresión será igual a $f_y D/12 f_c$ si $f_c > 300$ kg/cm^2 e igual a $f_y D/200$ para concreto de mayor resistencia. En ningún caso será inferior a 20 cm.

d) Varillas lisas

Las longitudes de anclaje de varillas lisas serán el doble de las de varillas corrugadas.

e) Mallas de alambres soldados

La capacidad de los alambres longitudinales de la malla soldada debe desarrollarse anclando por lo menos dos alambres transversales de tal manera que el más próximo a la sección de esfuerzo máximo se encuentre a una distancia mínima de 5 cm de dicha sección. Puede considerarse que un anclaje con un alambre transversal desarrolla la mitad del esfuerzo de fluencia.

f) Casos especiales

Debe proporcionarse un anclaje adecuado en los extremos de las varillas de tensión en elementos sujetos a flexión en los que el esfuerzo en el acero no es directamente proporcional al momento, como sucede en zapatas de peralte variable, ménsulas, vigas diafragma y vigas en las que el refuerzo de tensión no es paralelo a la cara de compresión.

D.03 Empalmes

Las varillas de refuerzo pueden empalmarse indirectamente mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de detalles soldados o dispositivos mecánicos de unión. Las especificaciones y detalles dimensionales de los empalmes deben mostrarse en los planos.

Los empalmes continuos no deben estar localizados en los dobleces de varillas y tendrán que ser capaces de resistir las acciones internas a que puedan estar sujetos durante el manejo de las varillas en los procesos de construcción.

D.03a Empalmes de varillas sujetas a tensión.

Los empalmes en secciones de máximo esfuerzo de tensión serán evitados siempre que sea posible. En general, todo empalme debe ser capaz de transferir el esfuerzo de fluencia total del acero; sin embargo, pueden considerarse admisibles empalmes capaces de transferir un esfuerzo igual al doble del esfuerzo máximo calculado con la ecuación

$$F_s = M/0.9 A_s d$$

La longitud de un empalme a base de traslape será 1 1/3 veces la longitud de anclaje, L_a , especificada en el inciso l a) La longitud del traslape no deberá ser menor que 24 o 36 diámetros para varillas corrugadas con límites de fluencia de 2 300 o 4200 kg/cm^2 . Los valores correspondientes para otros esfuerzos de fluencia pueden obtenerse por interpolación. Si las varillas son lisas, deberán duplicarse los empalmes indicados.

Cuando se empalma más de la mitad de las varillas en un tramo de 40 diámetros, cuando los

empalmes se hacen n secciones de esfuerzo máximo, deben tomarse precauciones especiales, consistentes, por ejemplo, en aumentar la longitud de traslape en utilizar espirales o estribos muy próximos en el tramo donde se efectúe el empalme.

Los empalmes a base de soldadura deben ser capaces de desarrollar en tensión por lo menos el 100 por ciento de la resistencia a la tensión mínima especificada para el tipo de acero utilizado. El contenido de carbono máximo será 0.4 por ciento. En el caso de aceros trabajados en frío o con contenidos e carbono mayores deberá comprobarse experimentalmente que el empalme soldado sea efectivo. Se debe evitar que los empalmes soldados queden en la misma sección procurando que disten entre sí por lo menos 20 diámetros.

Los empalmes a base de algún dispositivo mecánico deben ser capaces de desarrollar por lo menos el 100 por ciento de la resistencia a la tensión mínima especificada para el tipo de acero utilizado en las varillas. Se debe evitar que los empalmes mecánicos queden en la misma sección, procurando que disten entre sí no menos de 20 diámetros. Los dispositivos mecánicos de empalme deben tener un recubrimiento adecuado. La separación entre ellos y el esfuerzo debe ser suficiente para no dificultar las maniobras de colado.

D.03b Empalme de varillas sujetas a compresión

Cuando el empalme se hace por medio de traslape, la longitud del traslape, si la varilla es corrugada será de 20 diámetros para aceros con esfuerzo de fluencia de 2 300 kg/cm² y de 32 diámetros para aceros con esfuerzo de fluencia de 4200 kg/cm².

Las longitudes de traslape correspondientes a otros tipos de acero pueden obtenerse por medio de interpolación. Cuando la resistencia especificada del concreto f'c, sea menor de 200 kg/cm², la longitud de traslape será un tercio mayor que los valores mencionados. Para varillas lisas el traslape mínimo será el doble del especificado para varillas corrugadas.

Podrán usarse empalmes soldados u otras conexiones en lugar de traslapes, siempre que se demuestre que transmiten el esfuerzo de compresión requerido.

D.04 Refuerzo de losas

En losas con claros críticos menores de 3 m, reforzadas con malla, esta puede usarse en una sola capa, ondulándola de acuerdo con la variación de momentos, de manera que quede cerca de la parte superior en los apoyos y cerca de la parte inferior en los centros de los claros.

D.04a Traslape de mallas.

Se deben evitar en lo posible los empalmes en regiones donde la malla está sujeta a esfuerzos superiores a la mitad del esfuerzo de fluencia. Cuando no se pueda evitar un empalme en estas condiciones, el traslape medido entre los alambres extremos de las mallas por empalmar será por lo menos igual a la separación entre varillas transversales, más 5 cm.

En regiones donde los alambres de la malla están sujetos a esfuerzos inferiores a la mitad de los de fluencia, el traslape medido entre alambres transversales debe ser de 5cm como mínimo.

D.04b Refuerzo por cambios volumétricos

En toda Dirección en que las dimensiones de un elemento estructural sean mayores de 1.50m, el área del refuerzo que se suministra no será menor que

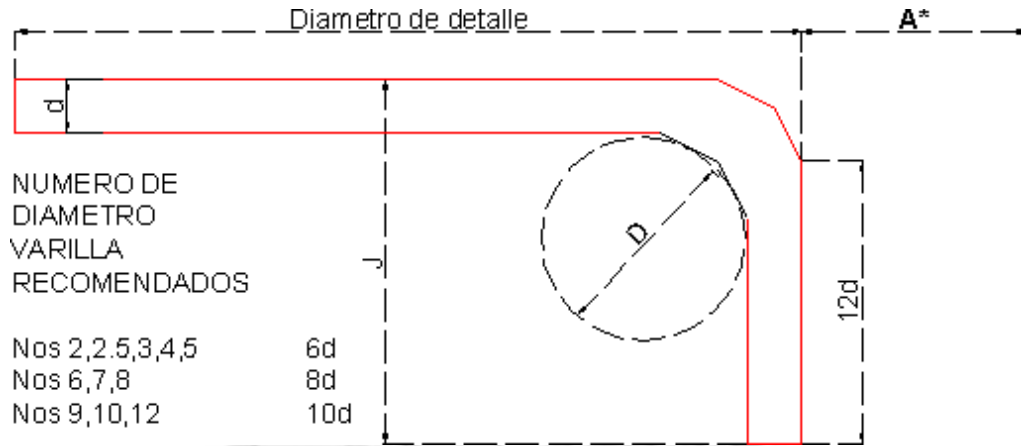
$$A_s = \frac{450x_1}{F'y(x_1+100)} .$$

Donde:

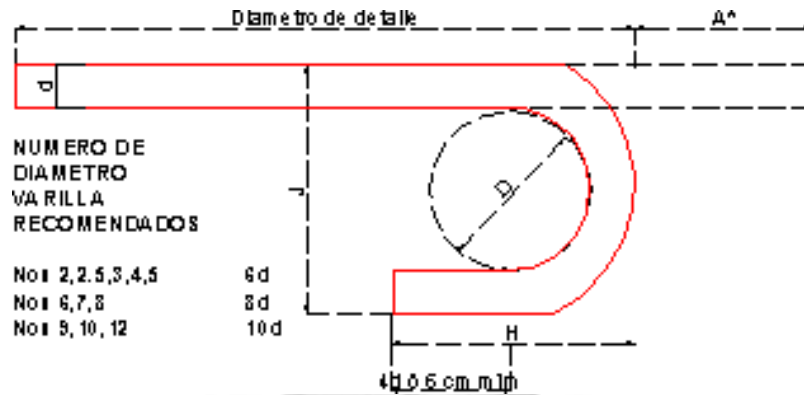
- As área de refuerzo en la Dirección que se considera por unidad de ancho de la pieza, medida perpendicularmente a dicha Dirección y a la dimensión x1, en cm²/cm
- x1 dimensión mínima del miembro, medida perpendicularmente al refuerzo en cm.

DETALLES DE GANCHO TIPO ESTANDAR

Diámetros recomendados para ganchos doblados a 90°



Diámetros recomendados para ganchos doblados a 180°



Diámetros mínimos recomendados

NÚMERO DE VARILLA

Nos. 2, 2.5, 3, 4, 5

Nos. 6, 7, 8

Nos. 9, 10, 12

MÍNIMOS D RECOMENDADOS

5d

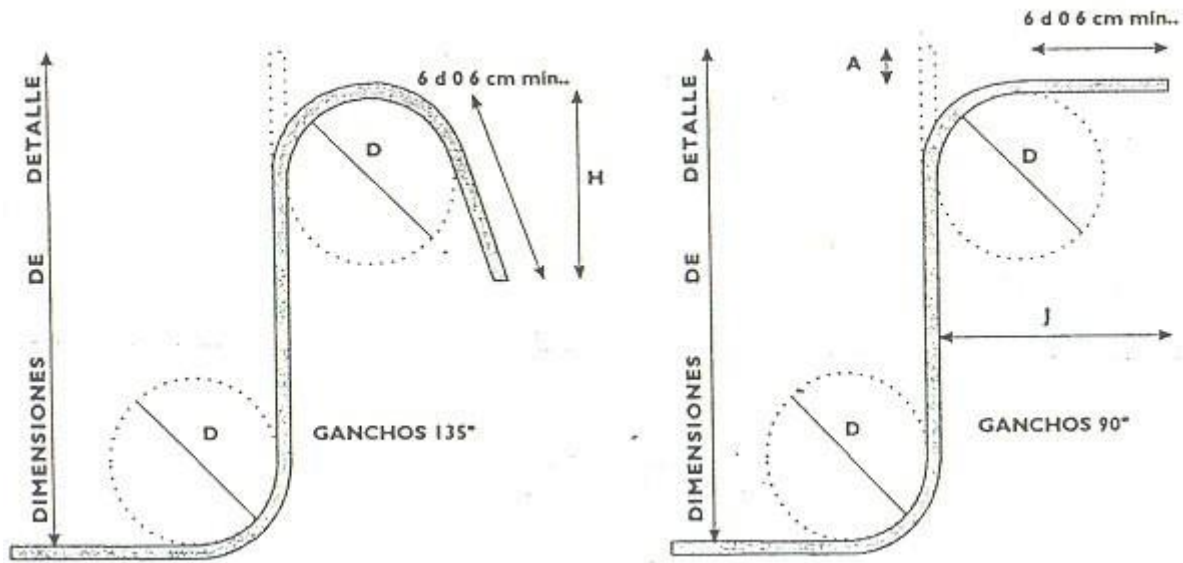
6d

8d

MEDIDAS RECOMENDADAS PARA GANCHOS EN CENTÍMETROS

NÚMERO DE LA VARILLA	GANCHOS 90°		GANCHOS 180°		
	A	J	A	J	APROXH
2	9	10	10	5	9
2.5	11	13	12	6	10
3	14	15	13	8	10
4	19	21	15	10	12
5	23	27	18	13	13
6	27	32	20	15	15
7	32	37	25	18	18
8	37	42	33	25	23
9	42	49	38	29	26
10	47	59	50	39	32
12	58	71	60	50	40

RECOMENDACIONES PARA GANCHOS EN ESTRIBOS Y GRAPAS



MEDIDAS RECOMENDADAS PARA GANCHOS EN ESTRIBOS Y GRAPAS, EN CENTÍMETROS

NÚMERO DE LA VARILLA	D	GANCHOS 90°		GANCHOS 180°	
		A	J	A	J
2	3.8	8	9	9	6
2.5	3.8	8	10	10	7
3	3.8	8	10	10	7
4	5.1	9	12	12	8
5	6.4	13	15	14	10
6	7.5	15	18	17	12

TABLA A

VARI LLA No.	fc	150		200		250		300		350		400	
	fy	TENS IÓN	CO MP	TENS IÓN	COMP	TENSI ÓN	CO MP.	TENS IÓN	CO MP.	TENS IÓN	COMP.	TENS IÓN	CO MP.
2	2300	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
	3000	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
	4200	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
	5200	30	21	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
2.5	2300	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
	3000	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
	4200	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
	5200	30	26	30	23	30	20	30	20	30	20	30	20
3	2300	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
	3000	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
	4200	30	25	30	22	30	20	30	20	30	20	30	20
	5200	32	32	30	27	30	24	30	22	30	21	30	20
4	2300	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
	3000	30	24	30	20	30	20	30	20	30	20	30	20
	4200	34	34	30	29	30	26	30	24	30	22	30	21
	5200	42	42	37	37	34	33	34	30	34	28	34	26
5	2300	30	24	30	32	30	20	30	20	30	20	30	20
	3000	30	30	30	26	30	23	30	21	30	20	30	20
	4200	42	42	37	37	34	33	34	30	34	28	34	26
	5200	53	53	46	46	42	41	42	37	42	35	42	32
6	2300	35	29	30	25	30	23	30	20	30	20	30	20
	3000	43	36	37	31	33	27	30	25	30	23	30	22
	4200	61	51	53	44	47	39	43	36	41	33	41	31
	5200	77	64	66	55	59	49	54	45	51	42	51	39
7	2300	48	34	41	29	37	26	33	24	31	22	30	21
	3000	58	41	50	36	44	32	40	29	38	27	35	25
	4200	83	59	71	51	63	46	58	41	54	39	50	36
	5200	103	74	89	64	79	57	72	52	67	48	63	45
8	2300	26	39	54	34	48	30	44	27	41	25	38	24
	3000	76	47	65	41	58	35	53	33	50	31	46	29
	4200	108	68	93	58	83	52	76	47	71	44	66	41
	5200	135	85	117	74	104	65	95	59	88	55	82	52
9	2300	79	44	68	38	61	34	55	31	55	29	65	27
	3000	96	53	83	46	74	41	67	37	63	35	58	33
	4200	137	76	112	66	105	59	96	53	90	50	84	47
	5200	171	95	148	82	132	73	120	67	112	62	104	58
10	2300	97	49	84	42	75	38	68	34	64	32	59	30
	3000	118	59	102	51	91	46	83	42	77	39	72	36
	4200	169	85	146	73	130	66	118	59	111	55	103	52
	5200	212	106	183	91	163	82	148	74	138	69	129	65
12	2300	140	58	121	50	108	45	98	41	91	38	85	36
	3000	170	71	147	61	131	55	119	50	111	47	104	43
	4200	243	104	210	88	187	78	170	71	159	66	148	62
	5200	299	127	262	109	234	98	212	89	199	83	185	77



D.04c Los empalmes cuando los autorice la Dirección, serán de dos tipos: Traslapados y soldados a tope:

1) Traslapes

- Cuando el proyecto no fije otra cosa, los traslapes tendrán una longitud de cuarenta (40) veces el diámetro para varillas corrugadas y de (60) veces el diámetro para varillas lisas. Se colocarán en los puntos de menor esfuerzo de tensión, no se harán traslapes en lugares donde la sección no permita unaseparación libre de una y media (1 1/2) veces el tamaño máximo del agregado grueso entre el empalme y la varilla más próxima.
- No se deberán traslapar varillas mayores del número ocho (8), excepto en las zapatas cuando sean refuerzos de columnas en donde no presente tensión. En tales casos se traslaparán a espigas de menor diámetro ancladas en las zapatas, con las longitudes de traslape correspondientes.
- La longitud de traslape de los paquetes de varilla será correspondiente al diámetro individual de las varillas del paquete, incrementando un veinte (20) por ciento para paquetes de tres (3) varillas y treinta y tres (33) por ciento para paquete de cuatro (4) varillas. Las varillas que integran un paqueteno deben traslaparse entré sí.
- Solamente que el proyecto y la Dirección indiquen lo contrario, los traslapes de varillas en elementos tanto verticales como horizontales, se harán en tal forma que en ningún caso queden alineados.
- En una misma sección no se permitirá traslapar más del cincuenta (50) por ciento de las varillas de refuerzo.

2) Soldadas a tope.

Si las varillas del armado, por razones de diseño estructural tienen un espaciamiento reducido que dificulte el acomodo del concreto dentro del elemento, la Dirección autorizará por escrito la sustitución de los traslapes por el uso de soldaduras a tope en varillas de determinados diámetros. Estos trabajos de soldadura los ejecutará con personal calificado, y deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- Los electrodos que se utilicen en las juntas soldadas a tope tendrán una resistencia de por lo menos ciento veinticinco (125) por ciento de la fluencia de las varillas soldadas.
- Debido a los altos contenidos de carbono que suelen tener las varillas de refuerzo es necesario, en muchos casos, usar electrodos de bajo contenido de hidrógeno y/o procesos térmicos adecuados.
- Cuando se utilicen aceros especiales se recomienda, previo análisis químico de las piezas que se van a soldar, el uso de la siguiente tabla:

CONTENIDO DE C Y Mn	ELECTRODO RECOMENDADO	TRATAMIENTO TÉRMICO REQUERIDO
C HASTA 0.30	CUALQUIER ELECTRODO DE LA SERIE E60XX o E70XX	NOTA: NO SE REQUIERE PRECALENTAMIENTO, SALVO QUE LA TEMPERATURA AMBIENTE SEA MENOR DE 10°C. SE PRECALENTARA ENTONCES LA VARILLA HASTA 36° C.
C DE 0.31 A 0.35	ELECTRODO DE BAJOCONTENIDO DE HIDRÓGENO; SIN CALENTAMIENTO PREVIO	CUALQUIER ELECTRODO DE LA SERIE E60XX o E70XX CON PRECALENTAMIENTO PREVIO A 36° C.
C DE 0.16 A 0.40 Mn HASTA 1.30	ELECTRODOS DE BAJO CONTENIDO DE HIDRÓGENO	PRECALENTAMIENTO OBLIGADO A 94° C.

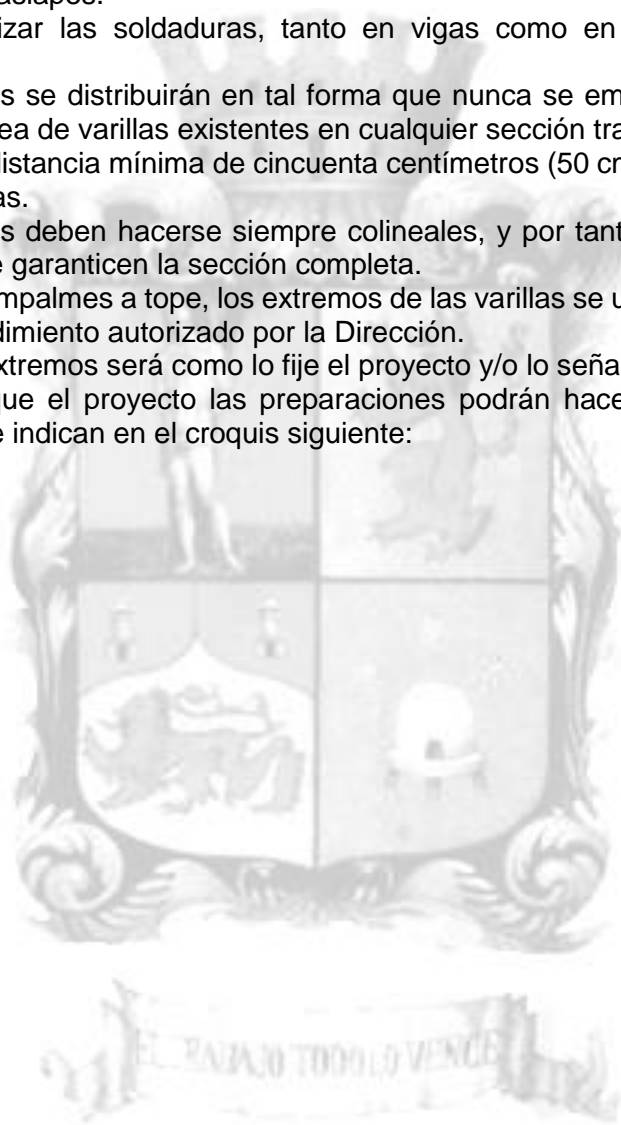


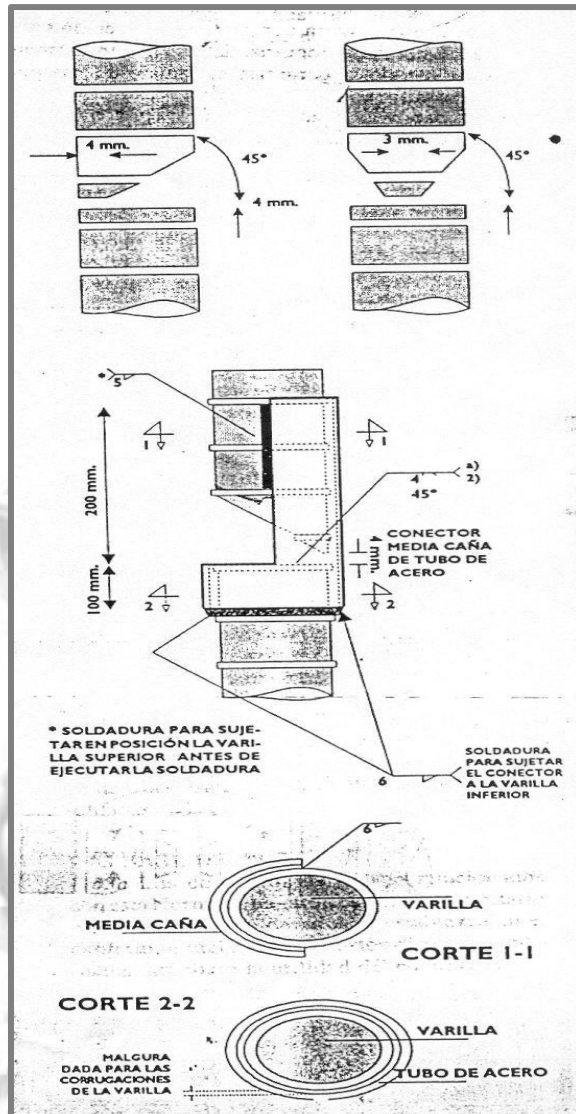
El enfriamiento de las varillas debe de ser gradual y en todos los casos se exigirá la existencia de protecciones adecuadas que impidan el enfriamiento brusco de la unión.

- Las varillas cuyo límite elástico haya sido elevado por un tratamiento mecánico, deberán ser sometidas a una serie de pruebas previas (independientemente a las que pueda proporcionar el fabricante), que demuestren su buen comportamiento para el empleo en zonas soldadas.
- En general puede soldarse cualquier diámetro de varilla, pero es obligatorio hacerlo con aquellas de diámetro igual o superior a una (1) pulgada, o donde los requisitos de colocación dificultan el uso de traslapes.
- Se recomienda realizar las soldaduras, tanto en vigas como en columnas, en zonas de esfuerzos mínimos.
- Las uniones soldadas se distribuirán en tal forma que nunca se empalme más del cincuenta (50) por ciento del área de varillas existentes en cualquier sección transversal.
- Debe de existir una distancia mínima de cincuenta centímetros (50 cm) entre cada dos uniones soldadas consecutivas.
- Las uniones soldadas deben hacerse siempre colineales, y por tanto son recomendables las secciones a tope que garanticen la sección completa.
- Para garantizar los empalmes a tope, los extremos de las varillas se unirán mediante soldadura de arco u otro procedimiento autorizado por la Dirección.

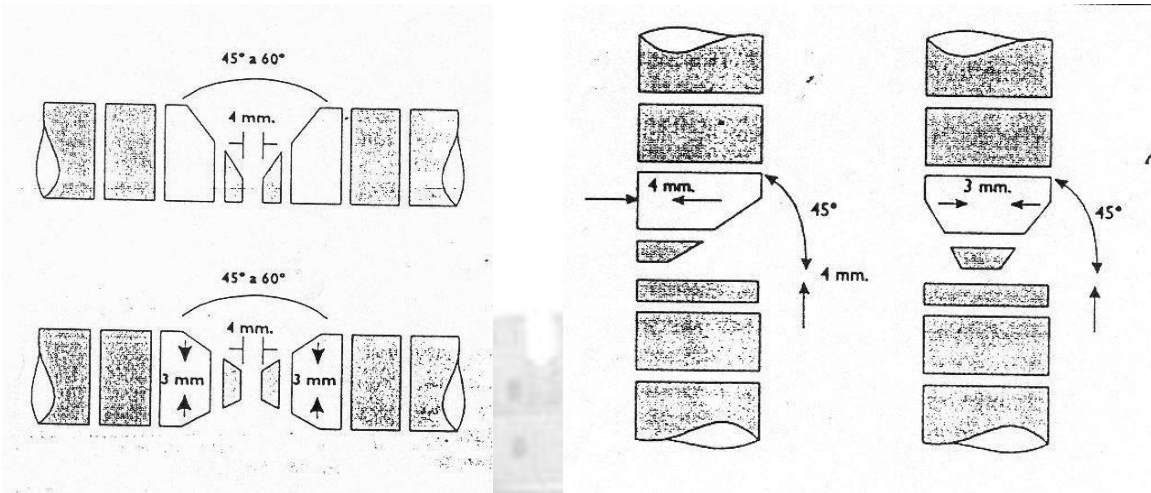
La preparación de los extremos será como lo fije el proyecto y/o lo señale la Dirección.

Cuando no lo especifique el proyecto las preparaciones podrán hacerse en cualquiera de las cuatro (4) formas que se indican en el croquis siguiente:





- Para garantizar las uniones a tope debe hacerse una soldadura completa en la sección soldada. Esto puede lograrse de las siguientes maneras:
- Cuando se garantice el trabajo de raíz pueden omitirse las placas de respaldo. Esto obliga a depositar primero, por lo menos, tres cordones de soldadura por el lado en que está hecha la preparación, y después limpiar cuidadosamente la raíz para retirar la escoria que hubiese entre los extremos de la varilla hasta llegar al material de aportación y finalmente depositar una capa en dicha raíz. Este proceso indica el tener acceso alrededor de la varilla, y deben preverse enlaces provisionales (deben ser mecánicos y no usar puntos de soldadura para fijarlos) de modo que se garantice el alineamiento de las varillas y que no se provoquen deformaciones en ellas,
- Cuando por dificultades en el trabajo de la raíz se requiera el uso de placas de respaldo, y o los espacios lo permitan, estos respaldos podrán hacerse de los tipos mostrados en la siguiente figura:



En todos los casos se usarán placas, ángulos o tubos de acero de composición análoga a la de las varillas, y el primer cordón de soldadura se colocará contra la pieza de respaldo. Estas piezas deben usarse para soldaduras de varilla en posición, y sólo se prescindirá de ellas cuando se garantice que el trabajo es posible sin deformar dichas varillas.

- Las superficies por soldar deberán estar limpias, libres de óxido, polvo, aceite, pintura, cemento u otras materias extrañas.
- No se permitirá “cebar” el arco contra las varillas y en ningún caso se permitirán gotas de soldadura sobre las varillas de refuerzo. Esto implica cuidados especiales en las zonas en donde se usen paquetes de varillas.
- Antes de depositar cada cordón deben limpiarse perfectamente las escorias de los cordones colocados previamente. En caso necesario, y si es indispensable en el trabajo de la raíz para soldarla convenientemente y llegar al depósito limpio, pueden usarse electrodos para ranurar.
- Tanto los cortes como los calentamientos que se requieran pueden hacerse con “sopletes”, usando en cada caso boquillas especiales.
- Se hará en todos los casos una inspección visual cuidadosa y no se tolerarán grietas, insuficiencia de soldadura u otros defectos visibles. Esta inspección es muy importante y dará la pauta para garantizar la calidad de soldadura.
- Para verificar la calidad de las juntas soldadas en las varillas de acero de refuerzo, se podrán hacer pruebas de dos tipos:
 - a) **Pruebas no destructivas por medio de radiografías:** El número de juntas soldadas que deberán radiografiarse será fijado por la Dirección, pero en términos generales será el treinta (30) por ciento de cada lote de juntas, entendiéndose por lote a todas las juntas soldadas por el mismo soldador, en varillas de la misma calidad y diámetro.
 - b) **Pruebas destructivas de Tensión:** El número de pruebas deberá ser en términos generales de tres(3), por cada lote hasta de cincuenta (50) juntas soldadas.

La junta soldada deberá quedar en la parte central de la muestra, debiendo tener esta una longitud aproximada de setenta (70) centímetros.

Las muestras se podrán cortar con segueta o equipo de oxi-acetileno.

- En cualquier caso, las piezas rechazadas dentro de un lote aprobado, deberán ser reparadas si se han realizado pruebas no destructivas.

E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

E.01 ALCANCES

E.01a En la operación de suministro y colocación del acero de refuerzo se incluye: valor de adquisición del acero de refuerzo, su transporte hasta la obra, cargas, descargas, almacenamiento, protección, limpieza, alambre recocado para amarres, silletas, separadores, ganchos, elevación desperdicios, empalmes, traslapados o soldados; mano de obra para: manejo, enderezado, doblado, trazo, habilitado, colocación y amarres, también se incluye la herramienta y el equipo necesario para la correcta ejecución de los trabajos, de acuerdo con las indicaciones del proyecto o de lo que ordene la Dirección.

E.01b Cuando se consideran las juntas soldadas a tope en acero de refuerzo, este concepto incluye adquisición de la soldadura, carga, descarga, acarreos, la mano de obra para: preparación de las varillas que se van a unir (biselado), colocación de la soldadura a cualquier nivel y en cualquier posición, también la herramienta y el equipo necesario para ejecutar el trabajo correctamente de acuerdo con lo fijado en el proyecto o lo ordenado por la Dirección.

E.01c No se incluye el muestreo y las pruebas de laboratorio necesarias para determinar la calidad del acero de refuerzo, que deberá cumplir con el grado indicado en el proyecto.

E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN

E.02a Las varillas de acero de refuerzo para el concreto se medirán tomando como unidad el kilogramo, solamente se cuantificará el acero habilitado y colocado según las indicaciones del proyecto, considerando los pesos unitarios nominales que para cada diámetro de varilla aparecen en la tabla correspondiente al inciso C.01a de este capítulo. Sólo se harán las modificaciones necesarias por cambio que sean autorizados por la Dirección.

E.02b No se medirán los ganchos, traslapes y desperdicios del acero. Las escuadras de más de 50 cm se medirán.

E.02c Cuando el Contratista, sustituye acero de refuerzo de la sección indicada en el proyecto por otro de diferente sección y que esto signifique mayor peso del acero, se medirá solamente el indicado en el proyecto. Cualquier cambio deberá someterlo a aprobación de la Dirección.

E.02d Cuando proceda el pago (por previo acuerdo de la Dirección) de las varillas soldadas a tope, estas se medirán tomando como unidad la pieza y el diámetro de las varillas soldadas.

E.03 BASE DE PAGO

E.03a Los conceptos de trabajos relacionados con esta Norma se pagarán con el precio unitario que para cada uno de ellos se establezca en el contrato, se incluirán los costos directos e indirectos, el financiamiento y la utilidad del Contratista.

CAPÍTULO 4.06

ESTRUCTURAS DE ACERO

A. DEFINICIÓN

Son las estructuras formadas por uno o varios elementos de acero (placas, perfiles, barras, soleras, etc.) colocados y dispuestos en tal forma que cumplan con los requerimientos señalados en el proyecto o los indicados por la Dirección.

B. REFERENCIAS

B.01 Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la tabla que aparece a continuación:

TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
TECHUMBRES (CUBIERTAS DE LÁMINA)	5.12				
ESTRUCTURAS METÁLICAS	12.02				

C. MATERIALES

De acuerdo con su forma y a su calidad, los aceros empleados en la construcción de estructuras se clasifican como se indica a continuación:

C.01 POR SU FORMA

La forma del acero se obtiene normalmente por medio de laminación en frío o en caliente, también por la unión de placas (soldadas, remachadas o atornilladas). De donde resultan los siguientes elementos estructurales:

C.01a PLACAS: Son las piezas planas de acero laminado, en caliente de las siguientes características: ancho de 450 mm (18") hasta 3657 mm (144") y espesor de 5 mm (0.2") hasta 203 mm (8").

C.01b PERFILES: Son las piezas de acero laminado que de acuerdo con las características estructurales sus secciones transversales pueden tener la forma de: I, H, T, Z, ángulo, canal, etc. cuya dimensión mayor debe tener como mínimo 76 mm (3").

C.01c BARRAS: Son las piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser en variadas formas como circular, cuadrada, hexagonal, etc.

C.01d SOLERAS: Son las piezas de acero laminado cuya sección transversal es rectangular, con espesor de 5.16 mm (0.2") o mayores y anchos hasta de 203 mm (8").

C.01e TABLAESTACAS: Son las piezas de acero laminado cuya forma les permite conectarse entre sí para formar una pared continua, cuando cada pieza es hincada junto a la siguiente.

C.02 POR SU CALIDAD

La calidad específica del acero para la construcción de estructuras de tal material, deberá ser la fijada en el proyecto o la señalada por la Dirección.

C.02a En lo referente a las dimensiones y peso, las tolerancias permitidas son las indicadas en la Norma Oficial Mexicana NMX-B-252-vigente (ASTM-A6) de “Requisitos generales para planchas, perfiles tablaestacas y barras de acero laminado en caliente para uso estructural”, las cuales se expresan a continuación.

1) Planchas o placas

Las tolerancias de las placas serán las indicadas en las tablas XX de dicha Norma, de las cuales únicamente aparecerán a continuación la que más se utilizan:

TOLERANCIAS EN ESPESOR Y PESO PARA PLANCHAS RECTANGULARES, EN ANCHOS DE LAMINACIÓN CORTADAS DE CIZALLA, DE 381 mm Y MENORES EN ESPESOR CUANDO SE ORDENEN POR ESPESOR.

EN MAS, EN EL PROMEDIO DEL PESO DEL LOTE (b) EXPRESADO EN % DE LOS PESOS NOMINALES, PARA LOS ANCHOS EN MM SIGUIENTES											
PESOR EN MM (a)	MENOR ES DE 1219	MAYOR ES DE 1219 A 1524 EXCL.	DE 1524 A 1829 EXCL.	DE 1829 A 2134 EXCL.	DE 2134 A 2438 EXCL.	DE 2438 A 2743 EXCL.	DE 2743 A 3084 EXCL.	DE 3084 A 3553 EXCL.	DE 3553 A 3658 EXCL.	DE 3658 A 4267 EXCL.	DE 4267 A MAYORES
HASTA 6.4 EXCL.	6.0	7.0	8.0	8.5	10.5	12.0	14.0	16.0	18.5		
DE 6.4 A 6.9 EXCL.	6.0	6.0	7.0	8.0	8.5	10.5	12.0	14.0	16.5	19.5	
DE 7.5 A 9.5 EXCL.	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	8.5	10.5	12.0	15.0	17.0	
DE 9.5 A 11.1 EXCL.	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	8.5	11.0	13.0	15.0	17.0
DE 11.1 A 12.7 EXCL.	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	9.5	11.0	13.0	15.0
DE 12.7 A 15.9 EXCL.	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	9.5	11.0	13.0
DE 15.9 A 19.1 EXCL.	4.0	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	9.0	11.0
DE 19.1 A 25.4 EXCL.	3.5	4.0	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0	9.5
DE 25.4 A 50.8 EXCL.	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.5	5.0	6.0	6.0	7.0	8.0
DE 50.8 A 76.2 EXCL.	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	3.5	3.5	3.5	6.0	6.0	7.0
DE 76.2 A 101.6 EXCL.	3.5	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5	5.0
DE 101.6 A 152.4 EXCL.	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	4.0
DE 152.4 A 203.2 EXCL.	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5
DE 203.2 A 254.0 EXCL.	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5
DE 254 A 304.8 EXCL.	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
DE 304.8 A 381 EXCL.	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0



- a) La tolerancia en menos en el espesor es de 0.25 mm.
- b) El término "lote" se aplica a todas las planchas de cada grupo, del mismo ancho y espesor, representadas en cada embarque.

NOTAS:

- 1.- La tolerancia en sobrepeso para lotes de planchas circulares y de plantilla, es de 1.25 veces las cantidades de esta tabla.
- 2.-La tolerancia en sobrepeso para planchas aisladas, es de 1.33 veces las cantidades de esta tabla.
- 3.-Las tolerancias en sobrepeso para las planchas circulares y de plantilla, aisladas es de 1.66 veces las cantidades de esta tabla.

2) Perfiles

La tolerancia para el área de sección transversal o para el peso de un perfil estructural debe de ser comomáximo de 2.5% del área peso teórico especificado.

Las tolerancias en las dimensiones de los perfiles estructurales deben ser los indicados en las tablas de la Norma NMX-B-252-vigente.

3) Tablestacas

La tolerancia en peso para una tablaestaca debe de ser como máximo de 2.5% del peso teórico o especificado. La tolerancia en longitud para una tablaestaca debe de ser de 125 mm en más y de 0 mm en menos, de la longitud especificada de la Norma NMX-B-252-vigente

4) Barras

Las tolerancias en las dimensiones de las barras deben ser las indicadas en las tablas de la Norma NMX- B-252-vigente.

C.02b En lo referente a su resistencia a la tensión, los aceros estructurales de mayor uso, se clasifican en las siguientes calidades:

- 1) Calidad ASTM-A283 (NMX-B-281-vigente) "Planchas, perfiles y barras de acero al carbón para su uso estructural con baja e intermedia resistencia a la tensión".
- 2) Calidad ASTM-A7 "Acero para puentes y edificios"
- 3) Calidad ASTM-A36 (NMX-B-254-vigente) "Acero estructural".

C.03 MUESTREO DEL ACERO ESTRUCTURAL

El **Contratista** debe presentar certificados de calidad expedidos por el fabricante de los aceros utilizados. En caso de no hacerlo se realizarán las pruebas necesarias con cargo al **Contratista** las cuales deberán ser ejecutadas por un laboratorio acreditado por la Dirección.

Se realizarán dos pruebas de tensión y dos de doblado por cada 50 tons. y de cada grado y resistencia de los aceros que se utilizan en la construcción de estructuras.

Cuando el espécimen de prueba muestre defectos de maquinado o presente imperfecciones, deberá rechazarse y sustituirse por otro.

Si en cualquier espécimen probado a tensión el porcentaje de alargamiento es menor que el especificado y/o la fractura se localiza a más de 19 mm del centro de la longitud calibrada de un espécimen de 50 mm (2") o más de 50 mm (2") de una probeta de 200 mm (8"), debe repetirse la prueba.

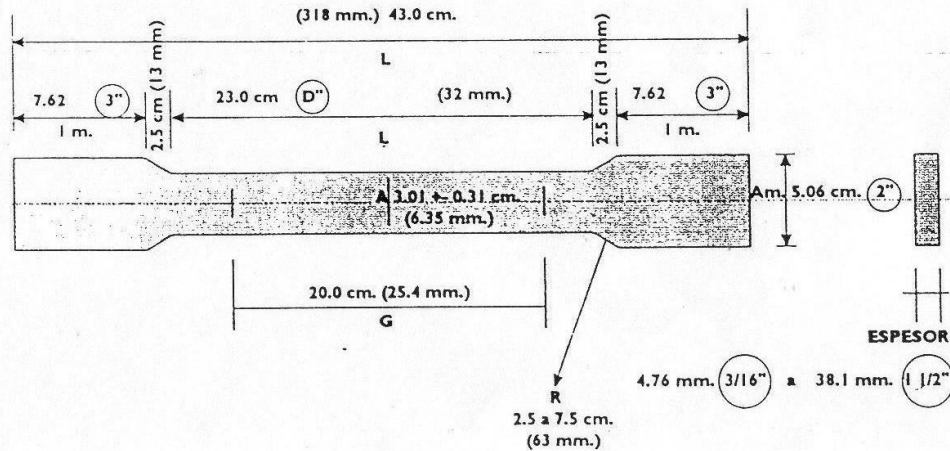
Si los resultados de la prueba de tensión se encuentran dentro de los 140 kg/cm² en la resistencia a la tensión especificada, dentro de 70 kg/cm² del límite de fluencia estipulado o dentro de dos unidades del por ciento de alargamiento especificado, se permite realizar otra prueba en una muestra tomada al azar del mismo lote o colada.

Si el espécimen cortado con cizalla o con gas falla, debido a las condiciones de corte, se permite realizar otra prueba sobre un espécimen maquinado.

Las muestras para las pruebas de tensión se deberán maquinar como se indica en la figura siguiente:



ESPÉCIMEN RECTANGULAR PARA PRUEBA DE TENSIÓN.



NOTA: Las acotaciones entre paréntesis corresponden a probeta "Reducida de tamaño" y las que están fuera del paréntesis a probeta de "Tamaño normal"

C.04 CRITERIO DE ACEPTACIÓN DEL ACERO.

C.04a La Dirección exigirá al Contratista el *certificado de calidad* de los aceros, en los cuales deberá indicarse el número o clave de colada, procedencia e identificación "todo material que no cumpla con este requisito no se aceptará".

Con esta medida se trata de evitar que se adquiera material defectuoso sin control de calidad alguno, que aunque posteriormente en las pruebas se puedan detectar irregularidades, hacen que se pierda tiempo y se retrasen los programas de obra.

C.04b Todos los materiales que no cumplan con las especificaciones de tensión y doblado, indicadas para calidad de acero, "serán rechazados".

Las muestras que no hayan cumplido inicialmente con las especificaciones de tensión y doblado correspondientes, y cuyas pruebas se hayan repetido por las causas mencionadas en el inciso de muestreo de estas Normas, si en estos nuevos ensayos cumplen con lo especificado, la colada o el lote debe aceptarse.

Las muestras que representen material rechazado, deben mantenerse dos semanas contadas a partir de la fecha del reporte de la prueba. El fabricante debe pedir una nueva revisión dentro de ese tiempo.

C.04c Los perfiles menores de 6.45 cm² de sección transversal, las barras que no sean soleras con espesores diámetros de 12.70 mm (1/2") y placas mayores de 38.1 mm (1 1/2") de espesor que vayan a usarse como placas de apoyo en estructuras distintas a puentes y edificios, no necesitan someterse a pruebas de tensión.

C.04d Los materiales que se utilizan en la construcción de estructuras de acero y que no estén cubiertos en esta Norma, como son barras de anclaje, remates, tornillos, soldaduras y pinturas de detalle, deberán cumplir con la especificación particular del producto.

D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

Los trabajos de fabricación y montaje de las estructuras de acero en términos generales se apegarán a lo siguiente:

D.01 REQUISITOS DE PROYECTO

Las características y dimensiones de los elementos y sus partes, la calidad de los materiales empleados en su construcción, así como los procedimientos de fabricación y montajes de las estructuras de acero, deberán de estar de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo que ordene la Dirección.

Cuando el **Contratista** pretenda hacer modificaciones en lo referente a: sustitución de perfiles, secciones, tipos de acero o procedimientos constructivos, para beneficios de la obra deberá presentar a la Dirección el proyecto correspondiente para su aprobación en caso de que proceda.

D.02 FABRICACIÓN

D.02a Planos de taller.

El **Contratista** deberá presentar a la Dirección para su aprobación, los planos de taller correspondientes en los que se indique:

- Características de todos y cada uno de los elementos, así como de su localización
- Detalles de uniones (tipo de soldadura, tipo y tamaño de remaches, pernos y tornillos).
- Cortes de sección vistas en cualquier Dirección.
- Lista de materiales, especificando perfiles, tipo, dimensiones, peso y cantidad de piezas en cada plano, consignando la referencia de los planos de proyecto por tipo y clave, de tal manera que permita la Dirección agilizar la revisión de estos.

D.02b Talleres o plantas

Aunque la correcta fabricación de las piezas de acero es de exclusiva responsabilidad del **Contratista**, éste facilitará el acceso a los talleres o plantas al personal que designe la Dirección para verificar que todos los trabajos se realicen de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Antes de la fabricación de las piezas para la construcción de las estructuras de acero, se deberá contar con los resultados de las pruebas de calidad de ese metal, los cuales cumplirán con los requisitos estipulados en el proyecto.

En estas plantas o talleres se deberá supervisar también lo siguiente:

- Capacidad de recursos con que cuenta el **Contratista**.
- Revisar que el equipo y accesorios de corte estén en buenas condiciones (cilindros de oxígeno y acetileno, manómetros de control de flujo y suministro, mangueras, niples boquillas y soplete).
- Revisar que el equipo de soldadura funcione correctamente (fuente de energía acorde con el equipo, cables conductores, mordazas de los porta-electrodos, etc.).
- Verificar que el personal del taller sea especializado y que los soldadores sean calificados.
- Verificar que las técnicas empleadas en la fabricación sean compatibles con la magnitud de la obra.

D.02c Habilitado de materiales

Se deberá verificar que los materiales trasladados a las zonas de trabajo, sean los requeridos en el proyecto basados en marcas o claves de identidad de los mismos.

Todas las piezas para la fabricación de estructuras deberán manejarse con el debido cuidado, ya que aquellas que se encuentren o resulten dañadas durante alguna maniobra, serán rechazadas por la Dirección.

El material debe estar limpio, libre de defectos perjudiciales y sin deformaciones, deberá tener un acabado compatible con una buena fabricación.

D.02d Trazo geométrico

Con objeto de que el **Contratista** tenga toda la información necesaria para realizar el trazo geométrico en forma correcta, la Dirección le proporcionará el proyecto de la estructura, que comprenderá juego de planos completo, especificaciones, datos topográficos del terreno, niveles definitivos que deban respetarse.

D.02e Cortes

Los cortes necesarios se realizarán de acuerdo con lo indicado en el proyecto.

Este proceso puede llevarse a cabo por medios mecánicos, sistemas hidráulicos u oxicorte ya sea por soplete manual o empleando guía mecánica para la boquilla del soplete o el arco. En todos los casos las piezas cortadas deberán quedar libres de rebabas o de otras irregularidades.

D.02f Uniones

Las uniones de los elementos para formar una estructura se harán de acuerdo con las indicaciones del proyecto, estas uniones podrán ser soldadas o remachadas, y para su ejecución se observará lo siguiente:

1) Uniones soldadas

- En las uniones soldadas, el proyecto fijará para cada caso en particular el tipo de metal de aportación, metal base y los procedimientos constructivos para su ejecución.
- Para el inicio de los trabajos de soldadura el **Contratista** deberá recabar previamente la aprobación de la Dirección para el equipo que pretenda utilizar, el cual deberá conservarse en buenas condiciones durante el desarrollo de la obra.
- Las superficies por soldar deberán de estar libres de: escamas sueltas, grasa, humedad, óxido, pintura o cualquier otro material que pueda producir gases y humos nocivos al paso de la transferencia térmica o rango de expansión del electrodo en estado incandescente. Estas superficies deberán quedar tersas, uniformes y sin presentar grietas que puedan disminuir la eficiencia de la junta soldada.
- No se permitirán operaciones de soldadura cuando la temperatura ambiente sea menor de 7° C bajo cero. Cuando la temperatura del metal base sea inferior a 0° C, deberá precalentarse hasta una temperatura de 20°C, la cual se mantendrá durante la acción del soldado. Tampoco se permitirá soldar cuando la superficie del metal base este mojado o expuesta a vientos fuertes o lluvias.
- Las partes por soldar deberán mantenerse en posición correcta hasta que se termine el proceso de soldadura, auxiliándose con el empleo de pernos, prensas, cuñas, tirantes o mediante puntos provisionales de soldadura. En todos los casos se tomará en cuenta la tolerancia adecuada para el alabeo y la contracción.
- Los puntos provisionales de soldadura se limpiarán y fundirán con la soldadura definitiva, los puntos defectuosos se quitarán antes de pasar la soldadura definitiva. Las soldaduras provisionales se removerán con un esmeril hasta emparejar la superficie original.
- La soldadura se hará en posición horizontal, siempre que sea posible, y el avance deberá hacerse partiendo de los puntos donde las piezas están relativamente fijas, hacia los puntos donde se tenga una mayor libertad relativa de movimiento.
- En las soldaduras pesadas múltiples deberá limpiarse la escoria generada en cada paso antes del proceder al siguiente: se dará el tiempo adecuado entre una pasada y otra para evitar sobrecalentamientos que puedan afectar la resistencia del acero.
- La operación de soldadura, en ensambles y unión, de piezas de una estructura o de un miembro compuesto y cuando se suelden piezas de refuerzo a un miembro, se realizarán en tal forma y orden, que se eviten deformaciones innecesarias y se reduzcan al mínimo los esfuerzos por contracciones. Las soldaduras deberán hacerse siempre que sea posible, siguiendo un orden tal que el calor aplicado en los lados de la pieza quede balanceado durante esta operación. Para dar una secuencia adecuada a los trabajos de soldadura en estas piezas se deberá elaborar un programa, entre el **Contratista** y la Dirección, para lograr resultados satisfactorios.
- En las soldaduras localizadas la Dirección ordenará la revisión aleatoria de las soldaduras por medio de radiografías en un porcentaje mínimo del 25% del total de las uniones soldadas.
- Los defectos superficiales que presenten las zonas soldadas podrán eliminarse mediante cincelado, esmerilado, corte o perfilado con arco de aire.

2) Uniones remachadas.

- El diámetro de los agujeros será de 1.6 mm mayor que el diámetro nominal de remaches y

tornillos.

- Los agujeros pueden hacerse al diámetro requerido mediante punzón, siempre y cuando el espesor del material no sea mayor de 19mm ni menor que el diámetro nominal. Para espesores de placas comprendidos entre 19 y 25.4 mm se harán con punzón a un diámetro menor se limitarán para obtener el requerido. Cuando el espesor del material sea igual a 25.4 mm o mayor, los agujeros se harán con taladro.
- Todos los agujeros mal apareados se corregirán en la forma que ordene la Dirección.
- Todas las partes que se vayan a remachar tendrán que unirse con pernos o tornillos, en el número que señale el proyecto. La herramienta que se utilice para removerlos no deberá maltratar el material ni ensanchar los agujeros.
- Los remaches se colocarán con máquinas remachadoras de tipo manual, empleando fuerza neumática, hidráulica o eléctrica, calentando previamente el remache a la temperatura que indique el proyecto.
- Las cabezas de los remaches deberán ser completas, en forma de casquete esférico de tamaño uniforme para cada diámetro y estarán en contacto pleno con las superficies de las piezas unidas, concéntricas con los agujeros proporcionando ajuste entre el remache y las piezas unidas, concéntricas con los agujeros, proporcionando ajuste entre el remache y las piezas unidas. Los remaches que se encuentren flojos se botarán y se sustituirán.
- En las estructuras con pernos a presión, el proyecto o la Dirección deberán indicar las características del perno que se utilice, así como las presiones para su colocación.

D.02g Pintura de taller

Una vez terminados los trabajos de fabricación de los elementos estructurales y sus partes y que hayansido revisados y aprobados por la Dirección, se procederá a aplicar la pintura de taller con la calidad y en la forma que indique el proyecto.

Antes de aplicar la pintura sobre las piezas, las superficies se deberán limpiar previamente de todas las escamas, óxido, escorias, grasa, aceite y otras materias extrañas, también estarán completamente libres de humedad para la aplicación de la pintura.

Las partes que vayan ahogadas en concreto no se pintarán y las que vayan a soldar en campo dejarán de pintarse los cantos por soldar, cuyas caras únicamente se protegerán como lo señale el proyecto.

D.02h Estibado de piezas

Los talleres deben de disponer de un área adecuada y equipos para estibar correctamente los elementos y partes terminadas. Sin embargo, la Dirección debe autorizar los métodos empleados por el [Contratista](#) en esta operación.

D.02i Maniobras de embarque y transportación.

Estas maniobras deben de realizarse con mucho cuidado para evitar dañar las piezas o que éstas sean sujetas a esfuerzos no previstos (tratándose de estructuras pesadas y de difícil maniobrabilidad): deberán aumentarse las precauciones y los factores de seguridad para el izaje y correcto acomodo de las piezas sobre la plataforma de transporte, y revisar los elementos de sujeción para evitar cualquier tipo de accidente durante el traslado de estos.

D.03 MONTAJE

D.03a Maniobras de descarga

Previamente el [Contratista](#) deberá contar con el equipo necesario para el correcto desembarque de las piezas, con objeto de no causar problemas en el lugar de la obra y que las estructuras no vayan a sufrir deformaciones, que en un momento dado sean rechazadas por la Dirección y devueltas para su reparación. **E.03b Obra falsa**

De acuerdo con la secuencia de la estructura de montaje, se deberá verificar que todo el habilitado de materiales, equipos y accesorios, garanticen la estabilidad de los componentes estructurales, asegurándose, principalmente, que los factores y elementos de seguridad implícitos en el

procedimiento sean los más adecuados para el montaje, de acuerdo con el tipo y características de la obra. El procedimiento a usar por el **Contratista** deberá de ser autorizado por la Dirección.

D.03b Soldaduras de campo.

Generalmente el volumen de soldaduras de campo debe limitarse al mínimo posible y localizarse preferentemente en las zonas de esfuerzos mínimos.

En las juntas donde haya remaches o tornillos en combinación con soldadura no deberá considerarse en el proyecto que la transmisión de esfuerzos se reparta, por lo tanto, las soldaduras se proyectarán para absorber el total del esfuerzo que la junta requiera.

Los tornillos o remaches usados en el ensamblaje se podrán dejar, a menos que el proyecto indique lo contrario.

D.03c Detallado final

Una vez montada y soldada toda la estructura, la Dirección inspeccionara todas las uniones soldadas a fin de comprobar que estén libres de escoria, inclusiones metálicas, placas de extensión o sujeción, escamas, etc.

D.03d Pinturas de campo

Terminado el detallado, el **Contratista** deberá efectuar la operación de pintura de campo de acuerdo a las indicaciones y especificaciones de proyecto.

D.03e Tolerancias

Para dar por terminados los trabajos de fabricación y montajes de las estructuras de acero, se deberán verificar sus dimensiones, forma elevaciones y alineamientos, los cuales deberán de estar de acuerdo con lo fijado en el proyecto o lo ordenado por la Dirección.

Las piezas que forman la estructura deberán estar dentro de las tolerancias siguientes:

- En las dimensiones de vigas, traveses y columnas, las diferencias con las de proyecto, no serán mayores de 2 mm ni menores de 5 mm.
- En vigas, traveses y columnas, el ángulo formado por el patín y al alma no deberá tener una diferencia con el del proyecto en más de un centésimo.
- En vigas, traveses y columnas, la flecha del patín debido al combamiento transversal, no será

$$\frac{\text{ancho patin}}{100}$$

mayor de:

- En vigas, traveses y columnas, la excentricidad del alma con relación al patín no será mayor de 6 mm.
- Los ejes de apoyo de las vigas, traveses y columnas tendrán una diferencia máxima con los del proyecto de 2 mm, en el sentido transversal.
- En columnas la flecha tomada desde cualquier plano, no será mayor de la del proyecto en más de $0.0007 h$ (altura columna) + 3 mm.
- En vigas o traveses, la flecha medida en taller no tendrá una diferencia con la del proyecto en más de:

$$\frac{\text{Longitud}}{4000}$$

D.03f Limpieza en obra

Concluidos los trabajos de montaje de la estructura de acero, el **Contratista** debe proceder a la remoción de todos los materiales, equipos, accesorios, obra falsa y todas las instalaciones provisionales, y presentará la estructura perfectamente limpia para su recepción.

E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

E.01 ALCANCES

E.01a Para fines de medición y pago los precios unitarios de los conceptos de trabajo

relacionados con este capítulo comprenderán lo que corresponda de los siguientes párrafos.

E.01b En la fabricación de estructuras: se incluyen los costos de los perfiles comerciales de acero estructural, soldadura, pernos, remaches, tornillos y en general todos los materiales que constituyan la estructura; equipo, herramienta y mano de obra necesarios para la fabricación de las partes y armados de las mismas, planos de taller, pintura de taller, mermas y desperdicios, cargas, transporte, descargas, almacenaje y todas las maniobras necesarias para la entrega de las estructuras en el sitio que fije el contrato.

E.01c En el montaje: Se incluyen las cargas, transportes y descargas desde el sitio de entrega o almacenaje de todas las partes de las estructuras hasta el sitio de montaje, equipo, herramientas, materiales y mano de obra que se requieran para la correcta colocación de las estructuras en su posición definitiva a líneas y niveles de proyecto, montaje y retiro de la obra falsa, obras auxiliares, señalización y limpieza final.

E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN

E.02a Las estructuras de acero se medirán en kilogramos (kg) con aproximación a la unidad, salvo que el ~~cap~~ concepto indique otra unidad.

E.02b El peso de las estructuras se determinará tomando como base las cantidades del proyecto, haciéndolas correcciones necesarias por modificaciones autorizadas.

E.02c El peso se determinará tomando las dimensiones del proyecto y con los pesos nominales de los distintos perfiles, placas y demás partes que formen la estructura.

E.02d Las estructuras de acero se medirán ya colocadas a entera satisfacción de la Dirección.

E.02e El descalibre en más o en menos debe de ser considerado dentro del análisis del precio unitario **F.02f** No se medirán las estructuras de acero que sufran daños, ni las fabricadas o montadas, deficientemente, ni los trabajos que tenga que realizar el **Contratista** para reponerlas o corregirlas a sus expensas.

E.02f Cuando en el proyecto se especifique la estructura de acabado o decorativa, este trabajo se ejecutará, medirá y pagará de acuerdo con el capítulo de "pinturas". Y se podrá pagar como un concepto de pintura por separado o incluido dentro del precio unitario de la estructura de acero, siempre y cuando así se indique en el contrato.

E.02g Cuando en el contrato se estipule la fabricación y colocación de estructuras de acero, por ningún motivo se medirán y pagarán por separado los acarreo, lo que se incluirá en los respectivos precios unitarios.

E.02h Para los casos especiales que la Dirección autorice y así se establezca en el contrato correspondiente los acarreo de la estructura en sí o de las partes que la conforman se ejecutarán, medirán, y pagarán de acuerdo con el capítulo de acarreo.

E.03 BASE DE PAGO

E.03a Todos los conceptos de trabajo relacionados con este capítulo se pagarán con los precios unitarios establecidos en el contrato respectivo para cada uno de ellos, los que incluyen los costos directos e indirectos, el financiamiento y la utilidad del **Contratista**.



CAPÍTULO 4.07 CIMBRAS

A. DEFINICIÓN

A.01 Es el conjunto de elementos desmontables (moldes y obra falsa) que tienen por objeto: soportar, contener y moldear el concreto fresco, mientras éste logra su endurecimiento y/o resistencia para ser autosoportable.

A.01a Los moldes o forros son los elementos metálicos, de madera o de otro material que están en contacto con el concreto, con los cuales se da la forma geométrica a cada elemento estructural de concreto hidráulico.

A.01b La obra falsa es el conjunto de elementos tubulares (metálicos), de madera o de otro material que servirán para soportar a los moldes y a las cargas producidas por el concreto durante su fraguado, garantizando la estabilidad y posición del elemento estructural.

B. REFERENCIAS

B.01 Algunos capítulos de estas Normas se relacionan con este concepto de obra, los cuales se enlistan en la tabla que aparece a continuación:

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS
NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	4.01				
CONCRETO PREFORZADO	4.02				
CIMBRA PERDIDA	4.08				
ADEMÉS DE MADERA	4.09				
CASTILLOS.CADENAS	5.06				
PILOTES	5.09				
PILAS COLADAS EN SITIO	5.10				
APOYOS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	5.11				
TECHUMBRES (CUBIERTAS DE LÁMINA)	5.12				
COLECTORES, INTERCEPTORES Y	7.01				

EMISORES					
----------	--	--	--	--	--

C. MATERIALES

Los materiales que se empleen para la fabricación y montaje de las cimbras deberán cumplir con los requisitos que fije el proyecto para cada caso, o con lo que indique la Dirección.

En términos generales las cimbras se construirán con materiales adecuados que las hagan sólidas e indeformables, deberán estar alineadas y sus superficies serán limpias y con textura uniforme.

Cuando las cimbras no cumplan con las condiciones anteriores o con los requisitos del proyecto, la Dirección tendrá la facultad de rechazar su empleo.

Para condiciones especiales de obra en que haya necesidad de modificar: el número de usos, la forma o el material de la cimbra, de lo establecido en el tabulador de precios unitarios vigente; el **Contratista** solicitará por escrito y con suficiente anticipación la autorización de la Dirección, presentando programas de obra, diseños de cimbra y en su caso análisis de precios.

Los materiales comúnmente empleados en los trabajos de cimbrado son:

- Madera (vigas, polines, tablones, triplay).
- Elementos metálicos
- Fibra de Vidrio
- Lámina
- Cualquier otro material autorizado por la Dirección.
- Clavos
- Alambre recocado
- Separadores
- Desmoldantes

Estos materiales deberán tener la calidad adecuada que garantice buena apariencia y seguridad en la obra.

D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

Además de la colocación, compactación por vibrado y curado del concreto hidráulico, un aspecto muy importante para la buena apariencia en el acabado de las estructuras de concreto es la cimbra, la cual deberá cumplir con los siguientes requisitos de ejecución.

D.01 OBRA FALSA

En los casos que sea necesario el uso de la obra falsa en la cimbra, esta se construirá de acuerdo con lo indicado en el proyecto o a lo señalado por la Dirección, o bien a la propuesta que presente el **Contratista** y apruebe la Dirección. También deberán observarse las siguientes recomendaciones:

D.01a Cuando la obra falsa se apoye en el terreno natural, este deberá nivelarse y cuando sea necesario compactarse, con el fin de obtener superficies o zonas uniformes y resistentes, para evitar movimientos o asentamientos que puedan afectar la estabilidad o posición del elemento estructural, ya sea que estos se presenten antes, durante e inmediatamente después del colado.

D.01b En una obra falsa puede reducirse su altura, desplantándola sobre un terraplén construido especialmente para tal fin, previa autorización de la Dirección que además verificará que no se eleven los costos ni se retrase el programa de obra.

D.01c También las obras falsas podrán apoyarse sobre algunos elementos estructurales de la misma obra bajo responsabilidad del **Contratista**, previa autorización de la Dirección.



D.01d Cuando la Dirección lo autorice, las obras falsas podrán usarse más veces del número de usos establecido, siempre y cuando se les hagan las reparaciones correspondientes.

D.01e Las obras falsas deberán tener los contraventeos necesarios y estar unidas adecuadamente entre sí, para mantener su posición y forma indicada en el proyecto durante su uso.

D.01f Con objeto de garantizar que la obra falsa se construya de acuerdo con lo indicado en el proyecto, deberán revisarse cuidadosamente todos sus aspectos durante su construcción y una vez terminada, tales como: desplantes, niveles, contraflechas y en general todo lo referente a su geometría.

D.02 MOLDES

Los moldes de las cimbras se construirán de acuerdo con lo fijado en el proyecto o lo indicado por la Dirección. También el **Contratista** puede presentar una propuesta de los moldes de las cimbras que debe sujetarse a lo siguiente:

D.02a Los moldes pueden ser de madera, metálicos o de cualquier otro material, siempre y cuando tengan el espesor y la rigidez suficientes para conservar su forma y posición; se evitarán las deformaciones debidas a la presión del concreto fresco, al efecto de los vibradores y a las cargas que se presenten durante la construcción.

D.02b Los moldes se ajustarán a la geometría del proyecto en cuanto a forma, dimensiones, alineamientos y niveles, lo que deberá verificarse antes y después de la colocación del concreto. Cuando la obra justifique trabajos de precisión, será necesario utilizar aparatos topográficos. Se deberán seguir todas las indicaciones de los planos de proyecto en cuanto a: contraflechas, chaflanes, cuñas, zoclos, etc.

D.02c Los moldes se colocarán de acuerdo con lo estipulado en el proyecto, se vigilará que los separadores estén en su posición correcta para dar el recubrimiento indicado, los tornillos o elementos que unan entre si las caras de los moldes serán de la longitud necesaria para garantizar las dimensiones de proyecto.

Los extremos de los tensores de las cimbras que sobresalen del concreto deberán diseñarse y retirarse de tal manera que no astillen el concreto adyacente y que quede un agujero de tamaño mínimo.

D.02d Los moldes deberán estar perfectamente limpios y libres de materiales sueltos o adheridos a sus caras antes de proceder a la colocación del concreto.

D.02e Los moldes deberán construirse no solamente sólidos, sino también se deberá tener cuidado de que todas las juntas de los tableros, las esquinas, las conexiones y todas las hendiduras entre todos los tipos de tableros, sean lo suficientemente herméticas para hacerlas estancas, evitando que la lechada del concreto se pierda y forme rebordes en las superficies terminadas.

D.02f Los moldes se podrán usar el número de veces que sea posible, siempre y cuando el **Contratista** les dé el tratamiento adecuado que permita obtener el mismo acabado indicado en el proyecto.

D.02g Antes de la colocación del concreto, las superficies de los moldes que vayan a estar en contacto con éste, deberán estar impregnadas de algún material desmoldante aprobado por la Dirección, que impida la adherencia con el concreto y evite desconchamientos al descimbrado.

D.02h De acuerdo con el elemento estructural por construirse, en el proyecto se especificará el acabado al que deberá sujetarse el **Contratista** empleando los moldes adecuados para lograrlo. En términos generales tendrán los siguientes acabados:

Acabado común: Normalmente se especifica en caras no visibles de las estructuras y se deberán usar moldes con material de tipo común en buenas condiciones, dando al concreto un acabado

libre de bordos y depresiones.

Acabado aparente: Normalmente se especifica en las caras visibles de las estructuras y se deberá usar material de primera (*cimbra-play*, fibra de vidrio, metálicos, etc.) y la mano de obra deberá ser lo suficientemente experimentada para dar al concreto superficies tersas, libres de bordes, depresiones, rebabas y juntas.

D.03 DESCIMBRADO

D.03a La remoción de las cimbras o descimbrado es responsabilidad del **Contratista** y se sujetará a lo indicado en estas Normas.

D.03b En elementos estructurales importantes, el descimbrado no se iniciará hasta que el concreto haya alcanzado el porcentaje de su resistencia indicado en el proyecto, lo que deberá verificarse mediante pruebas de resistencia del concreto, cuyos especímenes de prueba se deberán curar en las mismas condiciones que el elemento estructural en estudio.

D.03c En estructuras continuas, la obra falsa no se removerá en ningún claro, hasta que los tramos adjuntos a cada lado alcancen la resistencia especificada del proyecto.

D.03d En elementos postensados construidos en el lugar, la obra falsa no se removerá hasta que dicho elemento haya quedado totalmente postensado, a menos que exista otra indicación en el proyecto.

D.03e En operaciones de descimbrado que no estén controladas por pruebas de resistencia del concreto, entérminos generales, los tiempos mínimos para la remoción de las cimbras serán los siguientes:

ELEMENTO ESTRUCTURAL	EDAD DE DESCIMBRADO	
	CON CONCRETO R. NORMAL	CON CONCRETO R. RÁPIDA
VIGAS, TRABES	14 DIAS	7 DIAS
BÓVEDAS, MARCOS	14 DIAS	7 DIAS
LOSAS DE ENTREPISOS, AZOTEA Y RAMPAS	14 DIAS	7 DIAS
COLUMNAS, PILAS, MUROS	2 DIAS	1 DÍA
COSTADOS DE TRABES, LOSAS Y TODAS LAS SUPERFICIES VERTICALES	2 DIAS	1 DÍA
GUARNICIONES, PARAPETOS	3 HORAS	3 HORAS

D.03f Durante el proceso de descimbrado, se deberán tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Los apoyos de la obra falsa, tales como cuñas, gatos, etc., deberán retirarse cuidadosamente, de tal manera que la estructura tome sus esfuerzos uniforme y gradualmente.
- Los moldes que estén en contacto con el concreto deberán removerse con cuidado, para evitar desconchamientos.
- En descimbrado de losas de entrepisos y de azotea o trabes que no estén apoyadas en muros, deberán dejarse puntales de apoyo en la mitad y en la cuarta parte de los claros, para evitar deformaciones fuertes que causen agrietamientos en las losas,
- En ningún caso se dejará parte de la cimbra en el concreto, sobre todo en zonas adyacentes a los apoyos (neopreno, metálicos, etc.) ya que pueden obstruir el libre funcionamiento de estos.

- Cuando se empleen amarres para sujetar y reforzar los moldes, se colocarán de tal manera que ninguno de ellos, excepto los metálicos, queden ahogados en el concreto.

D.04 CIMBRAS DE PAPEL PRENSADO (CARTON).

Son moldes fabricados a base de papel prensado en forma de tubos que se usan como cimbra en: columnas, pilotes colados en el lugar, o bien para aligerar losas.

La calidad de estos materiales, así como las especificaciones para su empleo, deberán ser indicadas en el proyecto y aprobadas por la Dirección.

D.05 CASETONES DE FIBRA DE VIDRIO

Son bloques fabricados a base de fibra de vidrio y se emplean en losas reticulares.

La instalación de los casetones se apegará a lo fijado en el proyecto o a lo ordenado por la Dirección.

E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

E.01 ALCANCES

E.01a Obra falsa: Incluye lo correspondiente por la parte proporcional por la adquisición de materiales, dependiendo del número de usos fijados por la Dirección o propuestos en Concurso, la carga, el acarreo, descarga, almacenamiento, fabricación y montaje de la obra falsa a la altura de piso a molde especificada, desperdicios, desarmado, remoción y estiba; también se tomarán los tiempos de los vehículos empleados en las maniobras de transportes, cargas y descargas.

E.01b Moldes: Se usarán los moldes de la calidad adecuada para obtener el acabado indicado en el proyecto: común o aparente, de acuerdo con el elemento estructural colado.

Este concepto incluye: la parte proporcional del valor de adquisición de los materiales empleados, de acuerdo con el número de usos fijado en la tabla 1b, trabajos de taller, costos de carga, transporte a la obra, descarga, almacenamiento; preparación, fabricación, aplicación del desmoldante, colocación de los moldes, desperdicios y remoción de los moldes.

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cimbra metálica	50	Usos
Triplay	4	Usos
Tarimas y madera laminada	6	Usos

El número de usos en concurso serán propuestos por el contratista.

E.04 CRITERIOS DE MEDICIÓN

Las cimbras se medirán en la forma siguiente:

E.04a Obra falsa

- La obra falsa se medirá ya incluida como parte de los Moldes. Y se especificará para su costeo la altura a la que estará el molde y el concreto que soportaran.

E.04b Moldes

La forma de pago de los moldes será la siguiente:

- Por área de contacto, de madera, metálico o de cualquier otro material que se emplee: Considerando como unidad el metro cuadrado del área de contacto entre el concreto y los moldes, de acuerdo con el área cuantificada en el proyecto y haciendo las modificaciones necesarias por cambios autorizados por la Dirección.

Cuando se utilicen moldes que por la ubicación del elemento colado no sea posible recuperarlos posteriormente, la Dirección fijará el sistema de medición y la forma de pago con anterioridad a la

ejecución de los trabajos.

Cuando se utilicen las paredes de la excavación como moldes para contener el concreto, se tomará como unidad el metro cuadrado del área de contacto y la Dirección fijará la forma de pago dependiendo del tratamiento que se le deba dar a dichas paredes.

E.05 BASE DE PAGO

E.05a Los conceptos de trabajo relacionados con esta Norma se pagarán con el precio unitario que para cada uno de ellos se establezca en el contrato, e incluirán los costos directos e indirectos, el financiamiento y la utilidad del Contratista.



CAPÍTULO 4.08 CIMBRA PERDIDA

A. DEFINICIÓN

A.01 Conjunto de moldes y obra falsa no recuperable utilizados una sola vez durante la construcción de elementos estructurales de concreto.

A.01a Los moldes no recuperables sirven para confinar el concreto hidráulico, con el objeto de darle forma a los elementos estructurales, de acuerdo con los alineamientos y niveles de proyecto.

A.01b La parte de la cimbra que sirve para dar apoyo a los materiales que forman el molde y mantenerlo en su lugar, se denominan obra falsa, la cual soporta las sobrecargas debidas a las maniobras durante la construcción, y queda perdida al igual que los materiales que sirven de molde.

B. REFERENCIAS

B.01 En estas Normas existen algunos capítulos que se relacionan con cimbra perdida a los cuales se sujetarán, en lo que corresponda, las cláusulas de requisitos de ejecución, alcances, criterios de medición y base de pago, y se enlistan en la tabla que aparece a continuación:

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS
NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
CIMBRAS	4.07				
ADEMÉS DE MADERA	4.09				
MAMPOSTERÍAS DE PIEDRA	5.07				

C. MATERIALES

C.01 Los materiales necesarios para formar la cimbra perdida serán suministrados por el **Contratista**, debiendo ajustarse a lo indicado en el proyecto o a lo autorizado por la Dirección, en su caso.

D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

D.01 El **Contratista** deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del contrato, cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en el mismo, pero en caso de que propusiera un cambio para mejorar el programa de construcción y éste fuera aceptado, no será motivo para pretender un cambio de precio unitario.

D.02 En estos casos especiales de cimbra perdida, el **Contratista** deberá proyectar el tipo y materiales más adecuados a utilizar, con los cuales se formará ya sea a base de muros o con un molde especial para cimentación o para estructura de forma especial.

D.03 La aprobación del proyecto de la cimbra perdida por parte de la Dirección, no releva al **Contratista** de su responsabilidad por la seguridad y correcta ejecución de las obras.

D.04 La cimbra perdida se construirá de tal manera que el concreto del elemento estructural conserve líneas, dimensiones y niveles que señale el proyecto.

D.05 Los moldes formados por la cimbra perdida, como ya se mencionó en el párrafo C.01, pueden ser de cualquier material propuesto por el **Contratista** y aprobado por la Dirección; deberán ser estancos para evitar fugas de lechada y agregado fino, y deberán tener la rigidez suficiente para soportar las cargas originadas por el peso del concreto y otras que pueden presentarse durante la construcción de las estructuras.

D.06 La obra falsa de la cimbra perdida deberá tener la rigidez y resistencia necesaria para soportar las cargas debidas al peso del concreto y las que se presenten durante la construcción de la estructura.

D.07 La obra falsa perdida deberá apoyarse de tal forma que no se produzcan asentamientos durante la colocación del concreto.

D.08 En los apoyos de la obra falsa perdida se usarán cuñas o cualquier otro dispositivo adecuado, con el objeto de corregir los asentamientos que pueden producirse antes, durante o después de la colocación del concreto.

E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

E.01 ALCANCES

E.01a Generalmente las cimbras se consideran como componentes de los precios unitarios de los concretos, cualquiera que sea su forma, altura y relación de superficie de contacto por metro cúbico de concreto colado.

En este concepto de obras se considerará: la mano de obra especializada, lo correspondiente al empleo de equipo y herramientas, andamios, pasarelas, obras de protección y el personal necesario para la correcta ejecución de estos trabajos de acuerdo con las indicaciones del proyecto.

También se incluirá por separado el costo de todos los materiales no recuperables de la cimbra perdida.

E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN

E.02a Por las características especiales de la obra, en el contrato se deberá establecer que la cimbraperdida se pagará de acuerdo con lo indicado en el capítulo de Cimbras inciso F. Alcances, Criterios de Medición y Base de pago de estas Normas.

E.02b Se tomará como base de pago la cantidad de cimbra perdida derivada en el proyecto, con las correcciones necesarias por cambios ordenados por la Dirección.

E.03 BASE DE PAGO

E.03a Cuando por las características especiales de la obra en el contrato se establezcan conceptos de obra correspondientes a cimbra perdida, se pagarán a los precios unitarios establecidos en el mismo para cada uno de ellos, los cuales incluyen los costos directos e indirectos, el financiamiento y la utilidad del **Contratista**.



CAPÍTULO 4.09 ADEMES DE MADERA

A. DEFINICIÓN

A.01 Se entiende por ademe de madera, a las estructuras que deberán ejecutarse para contener los empujes de tierra en las paredes de una excavación, cuando éstas son demasiado profundas o cuando los suelos que las forman son poco cohesivos.

B. REFERENCIAS

B.01 Existen algunos capítulos de estas Normas que se relacionan con ademes de madera, los cuales se enlistan en la tabla que aparece a continuación:

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS
NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
EXCAVACIONES EN CEPAS	3.01				

C. MATERIALES

C.01 Los materiales que se utilizan para la ejecución de los trabajos de ademe pueden ser:

- Madera: Tablones, vigas, polines
- Clavos
- Herrajes
- Alambre recocado
- Acero estructural

C.01a Todas las características, dimensiones, espesores de la madera, de herrajes, clavo y alambres, así como la distribución, armado del ademe y de la obra falsa serán fijados por el proyecto o el **Contratista** y aprobados por la Dirección.

D. REQUISITOS DE EJECUCION

D.01 El **Contratista** deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del contrato, cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en el mismo, pero en caso de que propusiera un cambio para mejorar el programa de construcción y éste fuera aceptado, no será motivo para pretender un cambio de precio unitario. El **Contratista** podrá proponer los procedimientos de colocación del ademe, así como los cambios que considere necesarios en las secciones y cantidades de ademe recomendado en el proyecto, previo a la aprobación de la Dirección, siendo responsable siempre del buen comportamiento del ademe en el proceso de la excavación, hasta que esta se haya completado. Independientemente del procedimiento empleado ya sea el del proyecto original o con las modificaciones propuestas.

D.02 El proyecto y detalles del ademe así como la obra falsa se deben incluir en los planos respectivos a los que se sujetará el **Contratista**.

D.03 El ademe deberá colocarse inmediatamente después de terminada la excavación en el frente de trabajo correspondiente, sea éste a sección abierta o cerrada y a la profundidad necesaria.

D.04 Entre el ademe y la superficie excavada deberá colocarse cuñas de madera, para transmitir la presión ejercida por la formación geológica de la sección excavada a los marcos de ademe o elementos de soporte.

D.05 El ademe podrá ser abierto o cerrado, con el espesor de forro o tablonos especificados, así como a la profundidad que indique el proyecto o lo que apruebe la Dirección.

E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

E.01 ALCANCES

E.01a Los alcances de suministro de materiales, fabricación y montaje del ademe en las excavaciones incluyen todos los materiales y su habilitado en las dimensiones y espesores que indique el proyecto o apruebe la Dirección; la mano de obra especializada y necesaria para la fabricación de andamios y obras de seguridad; los cargos por el uso de equipo, herramientas y accesorios así como las maniobras para su transporte dentro de la obra y colocación en el lugar aprobado por la Dirección.

E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN

E.02a La medición se hará de acuerdo con las dimensiones del ademe y las modificaciones autorizadas.

E.02b La medición será en metros cuadrados (m²) de superficie en contacto con el terreno con aproximación a un decimal (0.1), se incluyen todos los herrajes necesarios para la formación y mantener en su sitio el ademe de madera, así como toda la obra falsa construida para este fin.

E.03 BASE DE PAGO

E.03a El tipo de ademe de madera que se utilice de acuerdo con los conceptos del catálogo del contrato, se pagarán a los precios unitarios establecidos en el mismo contrato respectivo e incluirán los cargos por costos directos e indirectos, el financiamiento y la utilidad del **Contratista**.

CAPÍTULO 4.10 ANCLAS

A. DEFINICIÓN

A.01 Conjunto de elementos que se emplean en construcción para apoyo, fijación o transmisión de esfuerzos.

B. REFERENCIAS

B.01 Algunos capítulos y conceptos de estas Normas se relacionan con anclas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda de materiales, requisitos de ejecución, alcances, criterios de medición y base de pago; los cuales se enlistan en la tabla que aparece a continuación:

**TABLA DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON
OTROS CAPÍTULOS DE ESTAS NORMAS**

DESCRIPCIÓN DE CONCEPTOS QUE SE RELACIONAN	LIBRO Y PARTE	TÍTULO Y CAPÍTULO	MANUALES	INSTRUCTIVOS	OTROS
EXCAVACIONES EN CEPA	3.01				
ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO HIDRÁULICO	4.01				
MORTEROS	4.03				
ACERO DE REFUERZO	4.05				
ESTRUCTURAS DE ACERO	4.06				

C. MATERIALES

C.01 Los materiales que se emplean en anclas o anclajes son los siguientes:

- Acero de refuerzo de sección circular de diferentes diámetros.
- Placas de acero estructural
- Placas de acero inoxidable
- Soldadura
- Concreto hidráulico
- Morteros y aditivos.

C.02 Los materiales indicados en el párrafo C.01 deberán cumplir con las especificaciones, características y calidad que para cada uno fije el proyecto y apruebe la Dirección.

D. REQUISITOS DE EJECUCIÓN

D.01 El **Contratista** deberá emplear los procedimientos y equipos necesarios para cumplir con las especificaciones particulares del proyecto cuando se trate de un concurso los procedimientos y el equipo serán los propuestos en él mismo; sin embargo, puede proponer cambios que justifiquen mejoras en el programa de trabajo, pero en caso de ser aprobados por la Dirección, esto no será

motivo para que pretenda presentar nuevos precios unitarios a revisión diferentes a los ya establecidos en el contrato.

D.02 En la instalación de anclas en cajas previamente formadas en la estructura se deberá observar lo siguiente:

D.02a Toda la superficie interior de las cajas deberá estar limpia para poder recibir el mortero o concreto hidráulico que rellenará la caja

D.02b Las piezas de anclaje en conjunto o las barras, previamente a su colocación, deberán estar limpias de óxido, aceite, pintura o cualquier otro material que impida un buen contacto y adherencia con el mortero o concreto.

D.02c Las piezas de anclaje o las barras deberán quedar fijas a la estructura en la posición, alineación y niveles que señale el proyecto, ya sean del tipo de gancho o rectas en el extremo que queda ahogado y con rosca y tuerca en su extremo exterior para el sistema de fijación.

D.02d Las piezas de anclaje que el **Contratista** fabrique o coloque con errores imputables a él mismo, deberán ser repuestas, o en su caso, corregir su error ya sea de alineación o nivelación.

E. ALCANCES, CRITERIOS DE MEDICIÓN Y BASE DE PAGO

E.01 ALCANCES

E.01a La fabricación de las piezas de anclaje, así como la colocación de relleno con mortero o concreto en las cajas previamente fabricadas que servirán para fijar las anclas en su posición correcta, incluyen la adquisición de todos los materiales, su habilitado, cortes y hechura de roscas de acuerdo con lo que señala el proyecto, se incluirá el cargo por empleo de equipo y herramienta, andamios, obra falsa, estructuras provisionales para usarlas durante su colocación y el relleno de las cajas en la estructura, se incluye toda mano de obra especializada para dejar las anclas en su posición correcta y a satisfacción de la Dirección.

E.02 CRITERIOS DE MEDICIÓN

E.02a Para el suministro, fabricación y colocación de las anclas se tomará como unidad la pieza (pza) terminada y correctamente colocada a línea y nivel de proyecto, también podrá medirse por kilogramo (kg), si así lo estableciera el contrato con aproximación a la unidad, incluyendo desperdicios y descalibre.

E.02b Los criterios de medición mencionados en el párrafo anterior quedarán establecidos en el contrato para suministro, habilitado, fabricación y colocación de las placas, anclas o pernos; el concreto o mortero para el relleno y fijación de las anclas será especificado por el proyecto, señalando la resistencia del mortero o y/o el concreto; el concepto en su descripción indicará si el relleno ya se incluye en la medición del anclaje o si se paga por separado.

E.03 BASE DE PAGO

E.03a De acuerdo con lo que se estableció en la medición, las anclas se pagarán por pieza (pza) o por kilogramo (kg), conforme se establezca en el contrato, con los precios unitarios que aparecen en el catálogo de conceptos, los cuales incluyen los cargos por costos directos indirectos, el financiamiento y la utilidad del **Contratista**.