

	Apell.							
	Fecha							
	Apell.	R.R.C. J.P.F.		R.U.P.F.		J.I.I.Q. VQ.P.		
	Fecha	15/04/21		25/05/21		27/05/21		
Nº	ELABORÓ	FIRMA	REVISÓ	FIRMA	VALIDÓ Y APROBÓ	FIRMA	MODIFICACIONES	ESTAT.
LISTA DE DISTRIBUCIÓN		Secretaría del Trabajo y Previsión Social					1 copia	



GOBIERNO DEL ESTADO DE COAHUILA

Secretaría del Trabajo y Previsión Social



COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
Dirección Corporativa de Ingeniería y Proyectos de Infraestructura
Subdirección de Ingeniería y Administración de la Construcción
Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil

ESPECIFICACIONES

PROYECTO: PASTA DE CONCHOS

CONJUNTO: LUMBRERA DE ACCESO Y VENTILACIÓN

TÍTULO: CAPÍTULO 04.-CONCRETOS

IDENTIFICACIÓN	GI PAS K1330 EA DMR EO 004	Núm. Pág.35 (Se incluye esta página)
FECHA: MAYO-2021	No. ARCHIVO DE C.F.E.: <i>[Handwritten signature]</i>	

CAPÍTULO 4 CONCRETOS

	Página
CONTENIDO	
4.1 GENERALIDADES	4
4.2 MATERIALES	5
4.2.1 Cemento	5
4.2.2 Agua	6
4.2.3 Hielo.....	8
4.2.4 Aditivos	8
4.2.5 Agregados	10
4.3 DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS	13
4.4 PLANTAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO	14
4.5 ELABORACIÓN DEL CONCRETO.....	15
4.6 CONTROL DE CALIDAD	17
4.6.1 Inspecciones.....	18
4.7 TRANSPORTE DEL CONCRETO.....	20
4.8 COLOCACIÓN DEL CONCRETO	20
4.8.1 Generalidades	20
4.8.2 Movimiento y distribución del concreto	21
4.8.3 Compactación del concreto	21
4.9 CIMBRAS.....	22
4.9.1 Preparación de cimbras.....	23
4.10 ACABADOS.....	24
4.11 CURADO Y PROTECCIÓN	26
4.12 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y EXPANSIÓN	27
4.13 REPARACIÓN DEL CONCRETO	28
4.14 CONCRETO DE REPOSICIÓN	32
4.14.1 Relleno de oquedades y sobreconcretos	32
4.14.2 Plantilla de Desplante	32
4.15 NORMAS Y DOCUMENTOS APLICABLES	33

Tabla 1. Requisitos del agua utilizada en la elaboración y curado del concreto	7
Tabla 2. Temperaturas máximas del concreto de acuerdo al espesor del elemento.....	15
Tabla 3. Frecuencia de muestreo de concreto	19
Tabla 4. Acabados en las superficies del concreto.....	25
Tabla 5. Anchos de grieta permisibles en concreto	30



CAPITULO 4

CONCRETOS

4.1 GENERALIDADES

El concreto hidráulico es una mezcla de materiales compuesta por cemento, grava, arena, agua y aditivos; todos estos elementos dosificados en cantidades determinadas previamente en el laboratorio, son medidos y ensayados para finalmente dar origen a diversos diseños específicos de mezclas; los diseños de mezcla obtenidos permiten obtener concretos con características particulares para ser utilizados en la construcción; diseños de mezclas acorde a las condiciones estructurales, a la colocación del tipo de concreto durante el proceso constructivo y acorde también a los requerimientos durante la etapa de operación, todo lo anterior teniendo como fundamento lo indicado en los Planos de Proyecto y las Especificaciones particulares de cada elemento Estructural.

El Contratista podrá suministrar concreto premezclado o bien elaborar el concreto en el sitio de los trabajos, siempre y cuando se cumpla con lo indicado en la presente especificación.

El Contratista es responsable de llevar a cabo todas las actividades relacionadas con la construcción de las Estructuras de concreto del Proyecto; sin ser limitativas, a continuación, se citan algunas:

- Suministro de todos los materiales que se requieren para la fabricación del concreto.
- Extraer, acarrear, procesar, clasificar y almacenar los agregados.
- Proveer, recibir, descargar y almacenar el cemento.
- Proveer, recibir, descargar y almacenar los aditivos que se requieran.
- Proporcionar el agua en cantidad y calidad suficiente.
- Elaboración de diseño de mezclas debidamente revisado y avalado por La Comisión.
- Dosificación adecuada de mezclas durante la producción del concreto acorde al diseño autorizado.
- Ejecución del mezclado, transporte, colocación, acabado, curado y reparación del concreto acorde con los estándares de calidad solicitados y/o de la industria.
- Aplicar los controles de calidad, obtención de muestras, pruebas, ensayos y todo lo relacionado con la aplicación del Sistema de Aseguramiento de Calidad durante el desarrollo de todas las actividades y procesos.

El Contratista es responsable de la calidad de los concretos. La Comisión puede realizar auditorías, supervisión, inspección, pruebas, verificación, ensayos o certificación, y el Contratista tiene la obligación de facilitar el acceso al personal de Comisión o a quien esta última designe a las instalaciones de fabricación, a la zona de ejecución de los trabajos o con cualquiera de los

proveedores, con el propósito de realizar las actividades descritas o cualquier otro método de supervisión que estime conveniente, sin que esto releve al Contratista de su total responsabilidad de la calidad del concreto en cualquiera de los procesos (fabricación, transporte, colocación, acabado final y entrega).

4.2 MATERIALES

4.2.1 Cemento

El cemento debe ser suministrado por el Contratista en cantidad y calidad especificada, a granel o envasado en cantidades acordes con el Programa de construcción del Proyecto, se debe utilizar Cemento Portland Puzolánico (CPP) o Cemento Portland Compuesto (CPC), clase resistente 30 que cumpla con las características especiales de Resistencia a los Sulfatos (RS) y Baja Reactividad Álcali Agregado (BRA), adicionalmente el calor de hidratación del cemento no debe exceder de 80 cal/g a 28 días de edad.

El cemento que se utilice para la fabricación de concreto debe estar libre de grumos o piedras que sean el resultado del proceso de hidratación. No se permite por ningún motivo el uso de cemento hidratado.

El cemento debe cumplir con los requisitos indicados en las Normas NMX-C-414-ONNCCE 2004 y NOM-040-ECOL-2002, por lo que el Contratista deberá de presentar a Comisión para revisión y autorización, las pruebas de desempeño correspondientes.

El Contratista es responsable de la calidad del cemento que se utilice en la obra, por lo que es obligatorio contar con los certificados de calidad de cada lote emitidos por el fabricante. En caso de que esto no sea posible, debe presentar certificados de calidad de cada lote emitidos por un laboratorio certificado por la Entidad Mexicana de Acreditación A. C. (EMA), que cumpla con los lineamientos de confiabilidad, calidad y certeza preestablecidos. El costo de los ensayos del cemento es a cuenta y cargo del Contratista.

El Contratista debe notificar con la debida anticipación a la Comisión cuál es el lote de cemento que se va a emplear, para que esta última lo identifique y verifique la existencia del certificado de calidad correspondiente.

La Comisión puede realizar en cualquier momento pruebas de laboratorio al cemento y el Contratista debe proporcionar todas las facilidades para la realización de estas pruebas.

El lote de cemento almacenado cuyas pruebas no hayan resultado satisfactorias y en consecuencia haya sido rechazado, debe ser retirado de la bodega y trasladado fuera de la obra quedando declarado como NO apto para su uso en las Estructuras que componen el Proyecto.

El Contratista debe disponer de un almacenamiento adecuado para el cemento en el sitio, con la capacidad suficiente para satisfacer el consumo máximo mensual requerido, de acuerdo al programa de construcción del Proyecto.

La temperatura máxima permisible del cemento es de 55°C en el momento de fabricar el concreto. El cemento debe ser almacenado en sitios herméticos con dispositivos convenientes para cargarlos sin que el cemento se disperse o contamine y que permita su descarga uniforme sin que se produzcan almacenamientos muertos, con fácil acceso para su muestreo e inspección.

Cuando el cemento se maneje en sacos, éstos deben llevar el nombre, marca, tipo de cemento y su peso nominal (50 kg). El cemento debe almacenarse en un local que lo proteja de la humedad y los agentes atmosféricos. Los sacos deben colocarse sobre tarimas de madera separadas del suelo 10 cm mínimo, formando lotes individuales y dejando pasillos de por lo menos 60 cm de ancho entre las pilas de sacos, cuya altura debe limitarse a 10 sacos para evitar la excesiva compactación del cemento colocado en el lecho inferior.

El cemento debe almacenarse de tal forma que se permita su utilización, aplicando el criterio de primeras entradas-primeras salidas. No debe utilizarse cemento que permanezca almacenado por más de 60 días, a menos que se demuestre mediante los resultados de ensayos físicos y químicos obtenidos en laboratorio que el cemento aún se encuentra en buenas condiciones.

4.2.2 Agua

El agua que se utilice para la elaboración y curado del concreto debe estar limpia, libre de sólidos en suspensión, libre de aceites, álcalis, sales, materia orgánica, grasas o impurezas que puedan afectar el fraguado del concreto y reducir la resistencia o la durabilidad del mismo, o la del acero de refuerzo. El agua que se utilice para el curado del concreto debe ser captada, extraída, procesada, conducida y en general suministrada y analizada por el Contratista a su sola costa.

El Contratista debe verificar sistemáticamente la calidad del agua, al menos una vez por mes o antes si se percibe algún cambio significativo en sus características físicas, mediante pruebas realizadas por el laboratorio y debe entregar a la Comisión los resultados de los ensayos practicados para constatar que cumple con los parámetros requeridos. El contratista deberá considerar en los precios unitarios aplicables, todos los costos relacionados con las actividades relacionadas a la extracción, procesamiento (si es necesario), traslado por cualquier medio del total del agua requerida para la construcción del proyecto durante cualquier etapa.

El agua que se utilice debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 1602, además debe ser ensayada de acuerdo con los métodos establecidos por las Normas ASTM que a continuación se indican y cumplir con los requerimientos establecidos por la Comisión para cada ensayo:

Tabla 1. Requisitos del agua utilizada en la elaboración y curado del concreto

Concepto	Método de Prueba	Especificación CFE
	ASTM	(partes por millón)
MgO (óxido de magnesio)	D-511	150 máx.
Na ₂ O (óxido de sodio)	D-1428	-----
K ₂ O (óxido de potasio)	D-1428	-----
Álcalis totales (Na ₂ O + 0.658 K ₂ O)	C-1602	600 máx.
CO ₃ (carbonatos)	D-513	600 máx.
SO ₄ (sulfatos)	D-516	3000 máx.
Cl (cloruros)	D-512	1000 máx.
CO ₂ (bióxido de carbono)	D-513	3 máx.
O ₂ (oxígeno consumido en medio ácido)	D-1252	150* máx.
Sólidos en suspensión	C-1603	2000 máx.
pH (Potencial de Hidrógeno)	D-1293	6.5 mín.

(*) Esto se cumple cuando el contenido de materia orgánica en la arena, determinado por la prueba de colorimetría sea inferior a 2.

Cuando los resultados de los ensayos del agua no sean satisfactorios y no sea posible utilizar agua de otra fuente, el Contratista es responsable de efectuar pruebas en probetas de concreto elaboradas de acuerdo con la Norma ASTM C-109, fabricados con el agua de la cual se tenga incertidumbre y verificar que las resistencias a compresión a 7, 28 y 90 días sean mayores o iguales al 90% de las resistencias a las mismas edades de los especímenes testigos fabricados con agua que cumpla con Especificaciones. Además, se deben efectuar los ensayos de acuerdo a la Norma ASTM C-191, que aseguren que las impurezas en el agua no afectan el tiempo de fraguado del concreto acortándolo o prolongándolo.

La Comisión se reserva el derecho de muestrear el agua y efectuar las pruebas de laboratorio que estime pertinentes, siendo obligación del Contratista proporcionar todas las facilidades para la realización de estas pruebas.

En caso de que el agua no cumpla con las Especificaciones anteriormente mencionadas, el Contratista no podrá utilizarla para la fabricación o curado del concreto y deberá buscar fuentes

alternas de suministro de agua, o en su defecto realizar los tratamientos necesarios a su cargo para garantizar que el agua cumple con los requerimientos de calidad mencionados.

4.2.3 Hielo

En caso de ser necesario por las condiciones de temperatura, el Contratista podrá utilizar hielo para la elaboración del concreto. El agua para la fabricación del hielo debe cumplir con los requisitos establecidos para el agua de mezclado y curado mencionado en el apartado inmediato anterior.

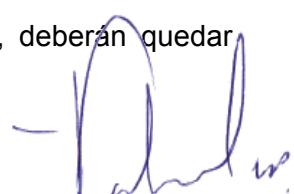
El hielo se dosificará en escarcha en sustitución del agua de diseño, hasta en un 75% en peso. Para la obtención del hielo debe contarse con las unidades productoras suficientes, así como bodegas de almacenamiento con una capacidad tal que satisfaga el ritmo de producción del concreto necesario para lograr el cumplimiento del Programa general de construcción, garantizando las temperaturas del concreto conforme a lo señalado en esta Especificación.

En caso de que el Contratista pretenda utilizar algún método distinto para la producción del hielo, éste deberá someterse a consideración de la Comisión para su revisión y autorización, sin que ello represente algún sobrecosto adicional.

En caso de requerirse, el Contratista podrá instalar en el sitio de las obras del Proyecto, las plantas productoras de hielo y las bodegas necesarias para dar cumplimiento con el Programa general de construcción y con las Especificaciones correspondientes. En su oferta técnica debe indicar claramente el arreglo general de las plantas, las bodegas de hielo, su forma de dosificación, el sistema de pesado y el arreglo para la obtención del agua para fabricación del hielo, así como el suministro y la distribución en el sitio de la Obra durante la etapa de construcción del Proyecto hasta su conclusión.

Si el Contratista utiliza otro método para la obtención del hielo, se deben aplicar los mismos requisitos descritos para el suministro, manejo, dosificación, transporte, almacenamiento y arreglo para la obtención del agua con que se producirá.

Los costos totales en que incurra el Contratista para llevar a efecto lo descrito, deberán quedar implícitos en los precios unitarios aplicables de la oferta.



4.2.4 Aditivos

El Contratista debe proponer el empleo de aditivos en el procedimiento de fabricación, transporte y colocación del concreto y sujetarse a la aceptación y autorización de la Comisión al igual que las recomendaciones del fabricante.

Incluir en la mezcla de lanzado Aditivo Reductor de Permeabilidad para concreto expuesto a presión hidrostática de acuerdo con ACI 212, con capacidad de auto sellar grietas no estructurales de hasta

0.4 mm de abertura durante la vida útil de la estructura. La dosificación a utilizar debe ser de 0.8% con respecto a la masa del material cementante, de tal forma que brinde el máximo de beneficios al concreto lanzado e hidráulico. El aditivo debe cumplir con EN-934-2 y no contener en su formulación componentes que modifiquen el fraguado. Debe mostrar reporte técnico histórico que confirme que brinda una reducción de la permeabilidad al agua bajo presión.

El Contratista es el responsable del suministro, manejo, control, almacenamiento y utilización de los aditivos, y los costos totales en que incurra deben estar incluidos en los precios unitarios aplicables o bien los correspondientes a los concretos citados en el catálogo de conceptos. El Contratista debe tener en cuenta los requerimientos de concreto descritos en los planos de proyecto, considerando las posibles variaciones que pudieran surgir con las condiciones reales de ejecución en el sitio del proyecto.

El Contratista es responsable de determinar si los aditivos se consideran materiales peligrosos, o bien si los aditivos contienen materiales peligrosos, de acuerdo con la Norma aplicable y las recomendaciones del fabricante en este rubro. En su caso, el Contratista debe cumplir con lo indicado en el capítulo “PROTECCIÓN AMBIENTAL”, de estas Especificaciones y la legislación en materia ambiental aplicable.

Antes de que los aditivos se envíen a la obra, se debe verificar su calidad y mediante etiquetas deben de indicar el lote y fecha de caducidad, aquel aditivo que no presente dicha etiqueta será rechazado. La verificación de los aditivos es responsabilidad del Contratista, quien debe presentar oportunamente a la Comisión los certificados de calidad de cada lote de aditivo que emplee.

Los certificados de calidad deben contener los resultados de las pruebas indicadas en las Normas ASTM C-494, ASTM C-233, ASTM C-1017, ASTM C-260, y deben ser emitidos por el fabricante, el proveedor, o por un laboratorio particular certificado por la Entidad Mexicana de Acreditación A. C. (EMA) que cumpla con los lineamientos de confiabilidad, calidad y certeza preestablecidos.

La Comisión se reserva el derecho de verificar la calidad de los aditivos antes y después de que éstos se hayan enviado a obra, para lo cual puede tomar muestras en las bodegas del fabricante o proveedor y en los almacenes de obra, para lo anterior, el Contratista deberá otorgar las facilidades necesarias para efectuar el proceso de verificación adecuadamente. En caso de que los aditivos no cumplan con las Especificaciones particulares requeridas para su uso, el Contratista no podrá utilizarlos y deberá retirarlos de la obra y sustituir a su cargo dichos aditivos, por otros que cumplan con los parámetros requeridos.

El Contratista debe disponer de bodegas adecuadas para almacenar aditivos, de manera que los recipientes no estén expuestos a la acción directa de los rayos solares, y deberán estar claramente identificados y/o etiquetados de manera clara y precisa para que no se produzcan confusiones en su utilización.

Todos los aditivos deben identificarse con la fecha de llegada a la obra y utilizarse según el orden cronológico de su recepción. Todo lote de aditivos que permanezca almacenado en la obra por más de seis meses no debe ser utilizado, a menos que el Contratista demuestre mediante ensayos realizados por el laboratorio que el aditivo se encuentra en buenas condiciones.

Antes de utilizar un aditivo en el concreto, el Contratista debe realizar las siguientes actividades:

- 1) Evaluar las condiciones ambientales y de trabajo en obra, así como las acciones dañinas a que puede estar expuesta la estructura en servicio.
- 2) Determinar el comportamiento y las propiedades que se obtienen en el concreto sin aditivos, con los componentes y el diseño de mezcla idóneos, y confrontarlos con los requerimientos impuestos por las condiciones y acciones previamente valuadas en el punto 1).
- 3) Si de la confrontación anterior resulta insuficiencia en el comportamiento o en las propiedades del concreto sin aditivos, hay que considerar la necesidad de emplear un aditivo de la clase cuyos efectos genéricos sean requeridos para que el concreto mejore las propiedades y subsane las deficiencias del concreto.
- 4) Ensayar el aditivo específicamente seleccionado, con el objeto de definir la dosificación apropiada para producir el efecto requerido, y para comprobar que no produzca efectos secundarios indeseables en el concreto.

De lo anterior, el Contratista debe de presentar a la Comisión un informe para que ésta acepte y autorice el uso del aditivo propuesto, tomando como referencia lo indicado en los planos de proyecto y las características particulares de la mezcla que se requiera para cada estructura que conforman el proyecto.

4.2.5 Agregados

Cuando el concreto se fabrica en sitio, los agregados para el concreto son suministrados por el Contratista o un proveedor externo. Durante el suministro de los agregados, el Contratista debe verificar que éstos cumplen con los requisitos de calidad requeridos por las Normas mediante la realización de una prueba semanal en el lugar de su producción. Adicionalmente, deberá verificar diariamente que las gravas y arenas colocadas en el sitio de almacenamiento general y en las mamparas de la planta de concreto, cumpla con la granulometría y la pérdida por lavado indicadas en ASTM C-33, con el fin de verificar si los procesos de traslado y almacenamiento son adecuados. En caso de que el material ensayado no cumpla con alguna de las características mencionadas será rechazado, y el Contratista estará obligado a su retiro a los bancos de desperdicio autorizados para tal efecto y sin que esto signifique cargo adicional alguno para la Comisión.

El Contratista debe entregar a la Comisión un informe técnico mensual, emitido por su laboratorio o por el proveedor externo en donde se encuentren asentadas las siguientes características de los agregados:

- Peso volumétrico seco suelto y compactado de arena y grava (determinado de acuerdo con la Norma ASTM C-29).
- Colorimetría de arena para determinar material orgánico equivalente a impurezas (determinado de acuerdo con la Norma ASTM C40).
- Intemperismo acelerado de arena y grava (realizado de acuerdo con la Norma ASTM C88).
- Densidad y absorción de grava (determinadas de acuerdo con la Norma ASTM C127).
- Densidad y absorción de arena (determinadas de acuerdo con la Norma ASTM C128).
- Abrasión de agregado grueso de hasta 38,1 mm (según Norma ASTM C131).
- Granulometría de arena y grava (realizada de acuerdo con la Norma ASTM C136).
- Pérdida por lavado de arena y grava (determinada de acuerdo a la Norma ASTM C117).
- Abrasión de agregado grueso hasta 76,2 mm (realizada de acuerdo con la Norma ASTM C535).
- Reactividad (realizada de acuerdo con la Norma ASTM C289).
- Partículas planas y alargadas (realizada de acuerdo con la Norma ASTM D4791).
- Coeficiente de forma o coeficiente volumétrico (realizada de acuerdo con la Norma francesa NFP 18-301).

La grava y la arena deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C-33.

Para la grava se aplican los límites granulométricos dados en las designaciones No. 4 y 67 designadas como grava 2 y grava 1, respectivamente; la cantidad de material que pase la malla No. 200 no debe ser mayor del 1% para agregados naturales, y del 1,.5 % para agregados triturados; el porcentaje de partículas planas y/o alargadas no debe rebasar el 18%; la abrasión debe ser menor al 50% y el coeficiente volumétrico mínimo aceptable es de 0,20 para ambos tamaños de grava.

La arena debe tener un módulo de finura comprendido entre 2,3 y 2,9 y pasar el 100% la malla de 4,75 mm. La cantidad de material fino que pase la malla No. 200 no debe ser mayor del 7% para agregados de aluvión, ni mayor de 7 % para agregados triturados. El módulo de finura no variará más allá de 0,20 del valor típico de la fuente de suministro.

La densidad del agregado fino y grueso debe ser mayor de 2,5 ton/m³. El material que no cumpla con los requisitos de esta Especificación no podrá ser utilizado para la fabricación del concreto y deberá ser rechazado.

La planta de trituración debe contar con medios para lavar los materiales procesados para eliminar las partículas finas indeseables. Las bandas de evacuación para descarga de materiales deben tener tolvas de descarga adecuadas para evitar la segregación de los materiales.

Los cargos por extracción de material de bancos para la producción de agregados incluye regalías; los costos totales en que incurra el Contratista por extracción, carga, acarreo, descarga, movimientos

internos en la zona de procesamiento de agregados; procesamiento, cargas, acarreos, almacenamientos temporales y descarga en la planta dosificadora de concretos; suministro y aplicación de agua en forma permanente al material procesado y almacenado, deben estar incluidos en los precios unitarios de concretos aplicables descritos en el Catálogo de Conceptos.

El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna ni a tratar de modificar el importe considerado en los precios unitarios aplicables de los conceptos de trabajo establecidos en su oferta económica, debido a que existan variaciones en las cantidades de obra consignadas en el Catálogo de Conceptos con respecto a las que resulten al concluir cada concepto de trabajo realmente ejecutado.

El Contratista es responsable de la explotación del material apto para la producción de agregados y debe presentar a Comisión, con suficiente anticipación, un plan general de trabajo que comprenda los procedimientos detallados del proceso a implementar, así como el equipo que se propone emplear para la producción de agregados para concreto durante todas las etapas de construcción del Proyecto.

La planta de agregados debe estar diseñada para clasificar y separar la grava en los siguientes tamaños:

- Grava 2 (ASTM C 33 Designación N° 4) Pasa 38,1 mm – retenida en 19,1 mm
- Grava 1 (ASTM C 33 Designación N° 67) Pasa 19,1 mm – retenida en 4,75 mm

El Contratista debe comprobar diariamente las siguientes características de los agregados, previo a la producción del concreto, mediante las pruebas mencionadas anteriormente: humedad, absorción, granulometría, densidad, pérdida por lavado.

La arena y las fracciones clasificadas de la grava deben depositarse para su almacenamiento sobre una plantilla de concreto pobre, con una pendiente mínima de 2% y con drenes adecuados para evitar encharcamientos; los agregados deberán almacenarse por separado, incluso mediante la instalación de mamparas de separación con altura suficiente para evitar que los materiales de características diferentes se mezclen, tanto en la planta de concreto como en el almacén general.

Debe limitarse al mínimo el almacenamiento de los agregados formando pilas; cuando esto sea inevitable, debe optarse por formar varias pilas de altura reducida en vez de una sola de gran altura, previa aceptación y autorización de la Comisión. En el caso de las gravas, la formación de los almacenamientos debe hacerse por capas extendidas horizontalmente, con taludes perimetrales de poca pendiente, a fin de evitar la segregación; para el manejo del material debe emplearse equipo que no produzca rotura de partículas.

Todos los almacenamientos de agregados deben ser identificados con claridad, colocándoles letreros que indiquen el tipo de agregado, nombre del banco y fecha de producción.

Para tener un buen control de la humedad de los agregados en las mezclas de concreto, si los agregados se riegan con agua, éstos se podrán utilizar para la fabricación de concretos sólo si han drenado el tiempo suficiente descrito a continuación: 8 horas para arena; 5 horas para grava con tamaño menor a 19,1 mm y 3 horas para grava de 38,1 mm a 19,1 mm.

4.3 DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS

El Contratista tiene la responsabilidad de elaborar las mezclas de acuerdo a las dosificaciones diseñadas y ensayadas por él mismo. Los diseños de mezclas de concreto deben cumplir con los requisitos de resistencia y durabilidad indicados en los planos de diseño, y respetar las relaciones agua-cemento especificada en el Reglamento ACI 318. Previo a su uso e implementación, el Contratista debe presentar a la Comisión para su revisión y autorización, el diseño de mezcla conforme a lo indicado en el ACI 211.1 y la documentación que contenga los datos de diseño y los resultados obtenidos en la mezcla de prueba del concreto fresco y endurecido.

Las dosificaciones se deben ajustar en la obra para hacer las modificaciones que se requieren en caso de utilizar grava mixta (natural y triturada) y debido a los efectos de la temperatura en el sitio, para optimizar la eficiencia de las mezclas y reducir la generación de calor dentro de la masa de concreto.

La resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y de tensión del concreto, se debe determinar en cilindros estándar elaborados, curados y ensayados conforme a la Norma ASTM C-39, ASTM C-496 y ASTM C-31, respectivamente; la edad de prueba para la determinación de la resistencia a compresión debe ser a 7, 28 y 90 días, y para la obtención del módulo de elasticidad y la tensión indirecta debe de efectuarse a la edad de 28 y 90 días. Deben ensayarse dos cilindros por edad (dos para resistencia a compresión y módulo de elasticidad y dos para tensión indirecta). Las pruebas de módulo de elasticidad y tensión indirecta, deben de efectuarse para todos los concretos estructurales (concretos mayores a 200 kg/cm²).

El revenimiento máximo del concreto debe ser de 10±2 cm para los concretos colocados a tiro directo y de 14±3,5 cm para concreto bombeado, ambos revenimientos con o sin aditivo.

Para efectuar la dosificación se deberá tomar en consideración el contenido de aire recomendado en el ACI 211.

Los costos totales en que incurra el Contratista para realizar el diseño de las mezclas, y las posibles variaciones en las cantidades que se puedan efectuar en el diseño definitivo de las mezclas, deberán quedar considerados en los precios unitarios correspondientes a los concretos aplicables considerados en el catálogo de conceptos de la oferta presentada. La Comisión no recompensará sobrecosto alguno por el incremento en las cantidades de cemento para el caso de los concretos indicados en las estructuras desde la etapa de Concurso.

4.4 PLANTAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL CONCRETO

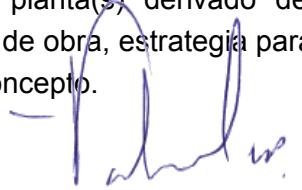
La selección, localización y arreglo de la(s) planta(s) para la producción del concreto es responsabilidad del Contratista; el Contratista debe asegurar la producción suficiente para cumplir con el programa general de construcción del Proyecto. La planta de concreto seleccionada en la región debe estar constituida del siguiente equipamiento como mínimo: tolva almacén para agregados, tolva báscula de agregados, tolva báscula de cemento, mezclador estacionario o central, con un sistema de dosificación y pesaje automatizado e integrado adecuadamente al tablero de control de mando, Banda transportadora fija, banda transportadora radial, tablero eléctrico de banda radial, tolva inicial, silos para cemento, sistema de agua de 3", bomba de agua, compresor de aire, vibradores, escaleras y barandales, pasillo para mantenimiento, colectores de polvos para el llenado y vaciado.

El Contratista deberá presentar anticipadamente la selección de la planta en la región para la producción de concreto incluyendo: ubicación con respecto al proyecto, funcionamiento, características generales de la planta, capacidad de producción, programa de mantenimiento y stock de refacciones, calibración de los equipos y recursos de personal para operación de la misma. En general, el Contratista deberá presentar a la Comisión toda la información necesaria de su sistema de producción a detalle, de tal forma que ésta cuente con todos los elementos necesarios para su aceptación.

Una vez seleccionada la planta de concreto, el Contratista debe establecer un programa de mantenimiento y verificación para asegurar su buen funcionamiento, de acuerdo con la Norma ASTM C-94, con especial cuidado en sus básculas y debe considerar las pruebas de uniformidad del mezclador central cada 3 meses. La construcción y operación de las plantas para producción de concreto deben cumplir con lo indicado en el capítulo "PROTECCIÓN AMBIENTAL" de estas Especificaciones, de manera especial en lo relacionado con la obtención de agua, descargas de aguas residuales y emisiones a la atmósfera (NOM-040-ECOL-2002).

El mezclado de los materiales que constituyen el concreto debe hacerse en plantas dosificadoras con un sistema de pesaje controlado y con mediciones digitales, las básculas deben ser calibradas cada 15 días de acuerdo con la Norma ACI 304. El concreto resultante debe ser mezclado hasta que tenga una perfecta distribución de sus componentes y la mezcla sea homogénea y de color uniforme.

Es responsabilidad del Contratista considerar dentro de sus costos del catálogo de conceptos a precios unitarios, las labores de mantenimiento y calibración de la(s) planta(s) y su ejecución en domingo o días festivos, para no interferir con las actividades del programa de construcción, así mismo, deberá considerar en sus costos la(s) adecuación(es) de la(s) planta(s), derivado del cumplimiento al procedimiento constructivo, a los avances y/o requerimientos de obra, estrategia para minimizar costos, etc. La Comisión no aceptará sobrecosto alguno por este concepto.



4.5 ELABORACIÓN DEL CONCRETO

La dosificación del cemento y de los agregados debe hacerse por peso, considerando el ajuste respectivo por la humedad contenida en los agregados y por contaminación de los mismos; el agua y los aditivos pueden ser dosificados en peso o por volumen; debe verificarse periódicamente el funcionamiento de los medidores. Para los aditivos se deben utilizar dosificadores transparentes.

Los materiales deben ser pesados con los siguientes porcentajes de precisión: cemento 1%, agregados 2%, agua 1% y aditivos 1%. La verificación y calibración de las básculas las debe realizar el Contratista cada 15 días conforme a la Norma ACI-304. Las mezclas de concreto deben ser uniformes en composición, consistencia en toda su masa y de una revolución a otra en las circunstancias de fabricación continua.

La uniformidad y consistencia del concreto deben verificarse conforme a las Normas ASTM C94 y ASTM C143. El tiempo de mezclado debe ser suficiente para lograr mezclas homogéneas y comprobarse mediante la realización de la prueba de uniformidad. El concreto no debe permanecer dentro del mezclador más de 20 minutos.

La temperatura de las diferentes mezclas de concreto no debe exceder los valores mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 2. Temperaturas máximas del concreto de acuerdo al espesor del elemento

Tipo de concreto	Espesor del elemento por colar (cm)	Temperatura máxima en planta (°C)	Temperatura máxima de colocación (°C)
Masivo	>100	20 ó menor	23
Semimasivo	60-100	24 ó menor	27
Normal	<60	28 ó menor	31



En caso de que el colado se haga en clima frío o por la madrugada las temperaturas serán las siguientes:

Espesor del elemento por colar (cm)	Temperatura máxima de colocación (°C)
<30	13
30 - 90	10
90 - 180	7
>180	5

Para satisfacer los requisitos de temperatura, es necesario que el Contratista adopte algunas medidas especiales, por ejemplo: bajar la temperatura del agua de mezclado o utilizando hielo en sustitución parcial del agua de mezclado; proporcionar sombra a los almacenamientos de los agregados y cemento; cubrir las bandas y las tolvas de la planta de concreto; regar o pre-enfriar con agua los depósitos de grava y arena y efectuar colados durante las horas de baja temperatura en el sitio de la obra.

Aquellos concretos que no satisfagan los requisitos de temperatura y revenimiento mencionados, no deben ser colocados y deben ser depositados en los sitios de desperdicio autorizados por la Comisión de acuerdo a la normativa ambiental vigente y lo indicado en el capítulo “PROTECCIÓN AMBIENTAL”.

El Contratista debe llevar en su control interno, junto con cada remesa de concreto, una nota de remisión que corresponda a la hoja de registro elaborada en la planta de concreto con los siguientes datos:

- Número seriado en cada hoja.
- Fecha y turno de trabajo.
- Número de la revoltura.
- Hora de elaboración de la revoltura.
- Volumen de la revoltura en m³ de concreto.
- Tipo de concreto y cantidades reales de materiales utilizados en la mezcla.
- Revenimiento y temperatura del concreto ya mezclado.



- Lugar de destino y número de colado.
- Observaciones pertinentes.
- Firmas del Contratista, supervisor de elaboración de concreto, planta y sitio de colocación.
- Hora de descarga de la revoltura en el sitio de colocación.
- Indicar la resistencia del concreto (f'_c), así como la edad de alcance de la resistencia de diseño.

4.6 CONTROL DE CALIDAD

El Contratista tiene la obligación de contar en el sitio del Proyecto con un laboratorio certificado por la Entidad Mexicana de Acreditación A. C. (EMA), que cumpla con los lineamientos de confiabilidad, calidad y certeza preestablecidos, y debe aplicar un sistema de aseguramiento de calidad en todas las actividades y procesos de construcción para estructuras de concreto.

En el laboratorio y en el sitio, los ensayos y pruebas deben hacerse con procedimientos escritos previamente autorizados por Comisión; estos documentos deben formar parte del sistema de aseguramiento de calidad. El personal responsable, tanto de construcción como de supervisión del Contratista, debe ser calificado y contar con la capacitación que se requiere para la construcción de proyectos similares y de la misma magnitud.

Las Partes deben revisar y desarrollar todas las pruebas y controles de actividades necesarias para asegurar la calidad de los concretos, desde el procesamiento de agregados hasta la colocación y curado, además de las reparaciones al concreto que sean necesarias, formando parte dichas reparaciones, de la calidad requerida por la Comisión de los concretos en las diferentes estructuras, por lo que dichas actividades deberán de estar incluidas en los costos del catálogo de conceptos a Precios Unitarios. El personal supervisor del Contratista debe elaborar toda la documentación requerida que muestre y asegure que los procesos realizados han sido verificados y registrados en su momento de ejecución. La documentación generada debe estar a disposición de la Comisión para su verificación en cualquier momento del proceso.

Para asegurar la calidad especificada en las Estructuras de la Obra, el Contratista debe establecer medidas de control ágil y oportuno sobre: extracción, producción, clasificación, almacenamiento y suministro de agregados y demás materiales utilizados en la elaboración del concreto, funcionamiento de las plantas de concreto, incluyendo las básculas, calidad del concreto en estado fresco, preparativos para efectuar los colados, medidas que se adopten para transportar y colocar el concreto, incluyendo sin limitación, equipo, accesos, andamios y personal, curado y protección de los concretos, reparaciones y acabados, instalaciones de servicios, iluminación y tuberías.

Las bases para juzgar la calidad del concreto en estado fresco suministrado por el Contratista, serán los resultados de las pruebas de temperatura, revenimiento y contenido de aire efectuadas al

concreto entregado en el sitio de su colocación. Las bases para juzgar la calidad del concreto en estado endurecido, serán los resultados de resistencia a la compresión simple obtenidos a la edad de 7, 28 ó 90 días de edad, y la uniformidad de estos resultados fundados en la obtención de la desviación estándar, de máximo 10% de la resistencia a la compresión simple promedio requerida (f'_{cr}), tal como se indica en estas Especificaciones. Los especímenes para prueba deben ser cilíndricos de 15 x 30 cm, elaborados con muestras obtenidas en el sitio de colocación. Si la Comisión lo considera necesario podrá solicitar pruebas para especímenes cuadrados (prueba Brasileña).

La temperatura del concreto debe cumplir con los valores indicados en el inciso 4.5 de este capítulo. Cuando una entrega de concreto exceda la temperatura máxima permisible en el sitio de colocación en no más de 2° C, podrá ser aceptada si se trata de un caso único y aislado. Si las entregas siguientes rebasan la temperatura máxima permisible, deben ser rechazadas. Cualquier entrega aislada que exceda en más de 2 °C la temperatura máxima permisible, debe ser rechazada.

Si el revenimiento es mayor que el límite máximo especificado, el concreto debe ser rechazado, así como en aquellos casos en que la supervisión en campo detecte que se adiciona agua a la mezcla para lograr cumplir con los parámetros de revenimiento, o bien para facilitar su colocación, debido a que lo anterior atenta contra el diseño de la mezcla aprobado previamente por la Comisión.

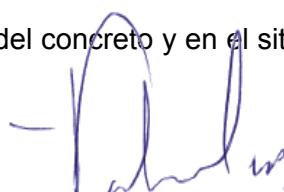
El contenido de aire aceptable deberá estar entre -1 y +2 puntos porcentuales del contenido de aire recomendado en el ACI 211. En caso contrario, la Comisión rechazará el concreto para su colocación.

4.6.1 Inspecciones

Para la realización de las inspecciones, el Contratista deberá apegarse a los lineamientos establecidos en el ACI 311.

El Contratista tiene la obligación de contar con el personal suficiente y con experiencia para que supervise e inspeccione todas las etapas del proceso de producción, transporte, colocación, curado y reparaciones del concreto, de acuerdo a lo siguiente:

- Inspecciones previas al colado: limpieza, cimbra, calafateo, acero de refuerzo, elementos ahogados, juntas de construcción y de control, escarificado, líneas y niveles, equipo de vibrado en condiciones, personal suficiente y capacitado, protección del área a colar contra sol o lluvia, iluminación, instalaciones de apoyo, disponibilidad y transporte del concreto.
- Inspecciones durante el colado: en la planta de concreto, en el transporte del concreto y en el sitio del colado (descarga, colocación y vibrado del concreto).



- Inspecciones posteriores al colado: juntas de construcción, escarificados, juntas de contracción, limpieza del sitio y del acero de refuerzo, remoción de cimbras, curado del concreto, acabados, líneas, niveles y dimensiones del concreto endurecido, defectos de construcción menores y defectos de construcción mayores, reparaciones.
- El Contratista debe dar las facilidades a la Comisión para que verifique el cumplimiento de las Especificaciones, donde y cuando lo juzgue necesario. Así mismo, debe atender en forma oportuna las recomendaciones e instrucciones señaladas en campo y/o en la bitácora de obra, emanadas por la Comisión.
- Durante las actividades de colocación del concreto se debe hacer un muestreo en todos los colados por cada mezcla utilizada, con el propósito de llevar un control estadístico del concreto colocado, este control será realizado por el Contratista en cada uno de los colados que se realicen en el proyecto, y se entregará copia idéntica al personal de Supervisión de la Comisión. La temperatura y el revenimiento se deben verificar en todas las ollas; el contenido de aire se debe verificar en el momento en que se realice el muestreo y fabricación de los cilindros. El muestreo para la verificación de la resistencia a compresión se debe realizar en series de seis cilindros fabricados en planta y/o campo, según sea requerido por la Comisión, para ensayos a compresión simple a 7, 28 y 90 días. La frecuencia de muestreo debe ser de acuerdo al volumen fabricado de la siguiente manera:

Tabla 3. Frecuencia de muestreo de concreto

1) Volumen de colado entre 0 y 100 m ³	Se debe fabricar una serie de 6 cilindros de 15 x 30 cm
2) Volumen de colado mayor de 100 m ³	Se debe fabricar una serie de 6 cilindros de 15 x 30 cm por cada 100 m ³

La resistencia a la compresión promedio requerida (f'_{cr}) que se emplee como base para la selección de las proporciones del concreto, debe ser el mayor de los dos valores que se obtengan mediante las siguientes expresiones:

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 \sigma \quad (\text{MPa})$$

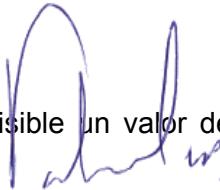
$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 \sigma - 3.45 \quad (\text{MPa})$$

Siendo: f'_{cr} = Resistencia a compresión promedio requerida para el diseño de las mezclas, en MPa.

f'_c = Resistencia de Proyecto en MPa.

σ = Desviación estándar de las resistencias obtenidas en MPa.

Para establecer en cada caso el f'_{cr} , la Comisión considera como máximo permisible un valor de $\sigma = 4$ MPa.



4.7 TRANSPORTE DEL CONCRETO

Los concretos deben ser transportados al sitio del colado utilizando camiones equipados con ollas revolvedoras que prevengan la segregación o pérdida de ingredientes, que preserven la trabajabilidad requerida y eviten la contaminación del concreto.

En la selección del equipo para transportar el concreto, el Contratista debe tomar en cuenta las necesidades de equipo auxiliar de apoyo para evitar la demora e interrupción de colados. Así mismo, debe asegurar el suministro ininterrumpido de concreto a los sitios de trabajo, aun cuando se ejecuten simultáneamente dos o más colados en diversos frentes del Proyecto. Es responsabilidad del Contratista la elección del equipo que utilice para el transporte de concreto, el cual debe cumplir con lo indicado en la Norma ASTM C-94, en cantidad suficiente para dar cumplimiento al Programa general de construcción. El Contratista debe presentar a la Comisión para su revisión y autorización el programa detallado de utilización de las unidades de transporte de concreto en el cual se deben incluir todas las características técnicas del equipo propuesto.

Los medios de transporte deben tener la capacidad y rapidez adecuados para hacer llegar el concreto al sitio de colocación o descarga, en las cantidades requeridas y en el menor tiempo que sea posible, sujetándose a lo indicado en la Norma ASTM C-94, donde se señala que el tiempo de espera para colocar el concreto desde que se mezclan el cemento y el agua, no debe exceder de 90 minutos o 300 revoluciones, lo que ocurra primero; si cualquiera de las dos condiciones citadas se cumple antes o durante la colocación del concreto en cualquiera de las estructuras que conforman el Proyecto, el concreto contenido en la unidad de transporte deberá ser desecharo, sin que esto represente costo adicional alguno para la Comisión.

La limpieza y mantenimiento de los equipos de transporte de concreto deben cumplir con la normativa ambiental vigente y lo indicado en el capítulo “PROTECCIÓN AMBIENTAL”, de estas Especificaciones.

4.8 COLOCACIÓN DEL CONCRETO

4.8.1 Generalidades

Para poder iniciar un colado, el Contratista debe satisfacer una serie de requisitos que la Comisión exige, tales como: limpieza del área por colar, preparación de sub-rasante, suficiente cantidad de materiales para terminar el colado, planta de concreto en condiciones óptimas de funcionamiento, suficiente equipo para transporte y colocación del concreto, incluyendo el equipo de apoyo en caso de descomposturas, suficiente personal, suficiente iluminación, equipo suficiente y en buen estado para compactar el concreto, incluyendo el de respaldo, encofrado y acabado de la cimbra, protección del equipo y del colado contra sol y/o lluvia, tiempo propicio para colar, recubrimiento adecuado del acero de refuerzo, separaciones de acero de refuerzo, etc. Para la colocación del concreto se debe aplicar

el documento denominado “Autorización del colado”, este documento debe formar parte del sistema de aseguramiento de calidad del Contratista, y deberá de ser liberado por la supervisión del contratista antes de solicitar la autorización del personal de supervisión de la Comisión.

Cuando por cualquier causa se interrumpa el desarrollo de un colado, el tipo de tratamiento que se aplique debe estar indicado en su procedimiento constructivo. En el caso de que se requiera algún tipo de reparación al concreto, éstas se deben realizar como se indica en el ACI 311, y deberá considerar el Contratista los costos correspondientes dentro del costo que integra los precios unitarios ofertados, partiendo del hecho de que se trata de un requisito indispensable para lograr dar cumplimiento a los estándares de calidad solicitados por La Comisión.

Cuando por cualquier causa se interrumpa el desarrollo de un colado, el tipo de tratamiento a realizar deberá ser el indicado en el ACI 318.

La descarga del concreto en el sitio de colado se debe hacer a partir de la posición final de colocación, para minimizar la segregación. Los concretos se deben colocar de tal forma que su avance asegure colocar concreto fresco sobre concreto aún no-fraguado, para que, mediante vibrado, las capas subsecuentes formen un solo bloque con las anteriores, evitando con ello la formación de juntas frías.

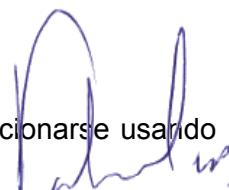
4.8.2 Movimiento y distribución del concreto

Con una anticipación no menor a siete días para la ejecución de cualquier colado, el Contratista debe someter a la aceptación y autorización de la Comisión el programa de los próximos colados a realizar, en los que se incluya un esquema del arreglo que proponga para transporte del concreto, desde la planta hasta el lugar de colocación definitivo; además debe incluir un diagrama y/o procedimiento en el cual se muestre cómo se hará llegar el concreto a la cimbra, cómo se distribuirá dentro de ésta y cómo se aplicará el vibrado para alcanzar la compactación requerida.

No se permite la caída libre del concreto mayor de 1,0 m de altura; la distancia entre cada caída no debe exceder de 3,0 m, para evitar el posible acarreo de concreto. La distribución del concreto se debe hacer por capas horizontales de 30 a 40 cm de espesor como máximo.

4.8.3 Compactación del concreto

Todo el concreto debe ser compactado por medio de vibración, la cual debe proporcionarse usando equipos internos (de inmersión).



Deben utilizarse vibradores de inmersión de 50,8 mm a 76,2 mm de alta frecuencia, accionados por aire o bien de acción eléctrica. La vibración se emplea para compactar el concreto no para moverlo lateralmente, lo cual es objetable si se aprecia segregación del mismo. El equipo vibrador debe estar en óptimas condiciones de operación y debe ser el adecuado para consolidar los tipos de concretos

mencionados en estas Especificaciones. La vibración se extiende hasta compactar el concreto completamente sin dejar hueco visible, provocar segregación o sangrado excesivo.

El Contratista debe tener en reserva una cantidad de vibradores equivalentes a cuando menos el 50% de los que se encuentren en uso. El Contratista se obliga a cambiar los vibradores cuyo funcionamiento no sea satisfactorio.

El Contratista se obliga a operar los vibradores en todo tiempo, solamente por medio de personal debidamente capacitado y entrenado en su uso. La eficiencia de los vibradores debe ser verificada sistemáticamente y cumplir lo indicado en ACI-309.1R y ACI-309.2R. Se debe vetar el uso de los vibradores en mal estado y personal que no demuestre estar capacitado para esa función.

Para evitar la segregación del concreto al descargarlo durante su colocación, se deben aplicar las recomendaciones correspondientes del Comité del ACI 304.

Los costos totales en que incurra el Contratista para llevar acabo la correcta ejecución de la fabricación y colocación del concreto en las estructuras, deberán quedar implícitos en los precios unitarios correspondientes a concretos indicados en el catálogo de conceptos.

4.9 CIMBRAS

La cimbra para colados de concreto debe ser lo suficientemente estanca para evitar la pérdida de materiales, y troquelarse para mantenerla rígida en su posición de diseño durante el desarrollo del colado y hasta que el concreto haya endurecido, a tal grado que pueda ser removida o desplazada sin dañar al concreto.

Las cimbras deben cumplir con las tolerancias especificadas. El diseño, construcción, instalación, mantenimiento y/o reemplazo es responsabilidad del Contratista, y debe presentar planos de las mismas para revisión de la Comisión con anticipación a su uso.

El Contratista debe proponer en el procedimiento constructivo el tipo de cimbra y mecanismos a utilizar en la construcción de los diferentes elementos que conforman las Estructuras del Proyecto. Así mismo, debe especificar detalladamente el tipo de cimbra a emplear, descripción de operación y/o funcionamiento, materiales, elementos de fijación, operación, mecanismos, número de usos de las superficies en contacto con el concreto, etc.

El diseño de cimbra propuesto debe cumplir con lo establecido por el ACI 347 y además con los acabados y tolerancias que se especifican en los planos de diseño y en las presentes Especificaciones.

Cuando así se requiera, las cimbras deben tener suficientes accesos para facilitar el desarrollo del colado y permitir una adecuada supervisión de su colocación.

Es responsabilidad total del Contratista contar con cimbra en óptimas condiciones que cumplan con lo estipulado en esta Especificación, en cantidad suficiente que permita cubrir los requerimientos precisos en los diversos frentes de trabajo del Proyecto, para garantizar el cumplimiento al Programa General de construcción.

Los costos totales en que incurra el Contratista para llevar a efecto lo descrito, deberán quedar implícitos en los cargos por cimbra dentro de los precios unitarios correspondientes a concretos indicados en el catálogo de conceptos. El Contratista no tendrá derecho a reclamación alguna ni a tratar de modificar el importe de los precios unitarios de los conceptos de trabajo establecidos en su oferta económica, debido a que existan variaciones en las cantidades de obra consignadas en el Catálogo de Conceptos con respecto a las que resulten al concluir cada concepto de trabajo realmente ejecutado.

4.9.1 Preparación de cimbras

Previamente a la colocación del concreto, las cimbras deben estar limpias de cualquier acumulación de concreto o lechada de colados anteriores, y cubrirse con desmoldante, aceite mineral u otro material que evite la absorción de agua y adherencia de la cimbra al concreto. El material de recubrimiento de las cimbras debe cumplir con la calidad del acabado especificado para los concretos.

Es responsabilidad del Contratista monitorear en inicio, durante el proceso y término de la colocación de concreto las líneas y los niveles topográficos de la cimbra.

Es responsabilidad del Contratista asegurarse, antes de descimbrar, que ha transcurrido el tiempo necesario para que el concreto haya alcanzado la suficiente resistencia y no sufra daños en el descimbrado.

En los casos que se utilicen cimbras deslizantes, el avance debe estar condicionado a que el concreto ya expuesto alcance suficiente resistencia para mantener su forma geométrica. El troquelamiento de la cimbra deslizante debe asegurar que la forma de la estructura no se distorsione más allá de las tolerancias permisibles durante la operación del deslizado. Se debe contar con suficiente equipo de apoyo y personal capacitado, así como garantizar el suministro de concreto en forma oportuna para evitar juntas frías causadas por atraso en el deslizamiento de la cimbra. El alineamiento de la cimbra deslizante debe ser verificado constantemente por el Contratista durante el proceso de colocación del concreto.

Todos los costos de suministro, habilitado, operación, mantenimiento y demás actividades relativas al cimbrado, deberán de ser considerados en los costos que integren los precios unitarios de la oferta del contratista correspondientes a concretos, incluido también el suministro de los juegos necesarios

de cimbra que permitan el desarrollo de la ejecución del proyecto en estricto apego a al programa de construcción.

4.10 ACABADOS

Los acabados de las superficies de concreto deben de cumplir conforme se indica en los planos de diseño y con las recomendaciones del U.S.B.R (U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, for Finishes and Finishing).

El terminado de las superficies de concreto se debe realizar únicamente por trabajadores que tengan experiencia y destreza para hacerlo. Las superficies de concreto deberán ser verificadas por el Contratista y aprobadas por la Comisión para su recepción, quien determina si las irregularidades en la superficie están dentro de los límites establecidos.

Las superficies de concreto sin cimbra que quedan expuestas a la intemperie y que normalmente pueden ser niveladas, se deben construir con pendientes mínimas para facilitar su drenaje.

Las tolerancias para cada estructura o parte de ellas, serán las que se indiquen en los planos y/o en la presente Especificación, de no ser así, no deben exceder las tolerancias establecidas por el U.S.B.R.

El Contratista es responsable de fijar y mantener las cimbras adecuadamente para que el concreto permanezca dentro de los límites de tolerancia especificados. Los trabajos que excedan dicho límite, deben ser corregidos o eliminados y remplazados por el Contratista a su cargo. No deben quedar cambios bruscos en las juntas de construcción o paneles de cimbra, las irregularidades deben ser desvanecidas y se deben evitar depresiones en las superficies terminadas de concreto.

Los acabados de las superficies de concreto deben de cumplir conforme se indica en la tabla siguiente:

Los acabados tipo F, se refieren a aquellos que se obtienen por medio del confinamiento del concreto por medio de cimbras.

Los acabados tipo U, son los que se obtienen por medio de la manipulación manual y/o mecánica de una de las superficies libres del concreto, como losas.



Tabla 4. Acabados en las superficies del concreto

ACABADOS DE LAS SUPERFICIES DEL CONCRETO, RESULTANTES DEL CONTACTO DE CIMBRA	
Tipos de Acabados	Irregularidades/ Tolerancias ^(a)
F-1 Superficies que no permanecen visibles (recubiertas o enterradas). Requisitos Normales de calidad, sin requisitos especiales de apariencia (la rugosidad no es objetable). Las formas pueden construirse sin refinamiento, de cualquier material que impida el escape de mortero durante el vibrado.	Depresiones 25 mm
F-2 Se aplica a superficies permanentemente expuestas en que no se especifica acabado especial. Las formas pueden construirse de madera o acero, de modo que se obtengan las dimensiones y alineamiento requerido, sin pandeos o salientes.	Graduales 13 mm. Bruscas 6 mm.
F-3 Superficies de estructuras donde la apariencia es importante con requisitos de textura y geometría. Las formas deben tener las dimensiones precisas y construirse con tableros de madera machimbrada o forrada con chapa (triplay).	Graduales 6 mm Bruscas 6 mm ^(b) 3 mm ^(c) .
F-4 Superficies con estrictos requisitos operacionales, tanto de calidad como de textura y geometría. Las formas deben de ser resistentes y mantenerse en el alineamiento prescrito con firmeza y precisión, pudiéndose construir con cualquier material que produzca la superficie.	Graduales 6 mm. Bruscas 6 mm ^(b) 3 mm ^(c)
F-5 Superficies con requisitos Normales de calidad y con rugosidad adecuada para ser recubiertas con aplanados. Las formas se construyen con madera sin cepillar, a fin de obtener superficies rugosas que faciliten la adherencia. No se permite la lubricación de las cimbras ni revestirlas con láminas metálicas.	Graduales 6 mm. Bruscas 6 mm.

Notas:

- (a) Las tolerancias serán medidas respecto a un patrón de 1.5 m.
- (b) Como depresión o saliente en sentido paralelo al flujo.
- (c) Como depresión o saliente en sentido perpendicular al flujo.



**ACABADOS DE LAS SUPERFICIES DEL CONCRETO,
RESULTANTES DE LAS OPERACIONES Y TRATAMIENTO DE LAS
SUPERFICIES LIBRES**

Tipos de Acabados	Irregularidades/ Tolerancias ^(d)
U-1 Se obtiene pasando una regla o una cercha sobre las superficies del concreto que posteriormente deben cubrirse con material de relleno u otro concreto, o que constituyen la primera etapa de los acabados U2 y U3.	Graduales 10 mm
U-2 Se obtiene con llana de madera y se emplea en superficies exteriores donde no se requiere acabado especial. Después del acabado U-1, aplique la llana de madera, éste puede darse manual o mecánicamente.	Graduales 6 mm.
U-3 Se efectúa con llana metálica y se recomienda en losas de pisos interiores. La aplicación de la llana metálica debe hacerse al momento que la película de humedad y brillo hayan desaparecido de la superficie, previamente emparejada con la llana de madera.	Graduales 6 mm.
U-4 Superficies de revestimiento de canales, acabado manualmente o con equipo mecanizado (pulido).	Graduales 6 mm.

Nota:

(d) Las tolerancias serán medidas respecto a un patrón de 3.0 m.

Los costos totales en que incurra el Contratista para llevar a efecto lo descrito, deberán quedar implícitos en los conceptos que integran el catálogo de Precios Unitarios por lo que no serán motivo de reconocimiento de pago por separado.

4.11 CURADO Y PROTECCIÓN

El Contratista debe disponer del equipo y materiales necesarios para proporcionar humedad en las superficies del concreto con el propósito de curarlo adecuadamente para que desarrolle su resistencia potencial.

En los colados deslizados se debe aplicar la membrana de curado con rodillo o aspersión, conforme avanza el deslizado de la cimbra; la aplicación se efectúa una vez que se pulió o se dio el terminado a la superficie y al igual que en el concreto colocado con cimbra convencional, se deberá complementar

con la aplicación de agua en forma continua durante 7 días como mínimo en las zonas donde por tratarse de juntas de construcción, no es posible la aplicación de la membrana.

Las actividades de curado del concreto deben iniciarse tan pronto como sea posible, sobre superficies horizontales o inclinadas que no requieran cimbra en cuanto pierda el brillo el concreto; esto ocurre entre 1 y 3 horas después del colado. Para superficies verticales que llevan cimbra, el curado debe realizarse inmediatamente después del descimbrado. Sobre aquellas superficies que reciben un segundo colado, no debe aplicarse membrana, y el curado debe efectuarse con agua durante 7 días como mínimo.

Durante el curado, la superficie del concreto se debe mantener húmeda continuamente; el Contratista debe organizarse y tomar precauciones, de modo que el curado de los concretos se haga en forma continua las 24 horas del día, incluyendo fines de semana, días festivos, vacaciones y otras incidencias. Para lo cual, el Contratista deberá considerar con base en su experiencia todos los costos que representa la ejecución de esta actividad en tiempos adicionales a las jornadas o durante el tiempo correspondientes a horarios de toma de alimentos, cambios de turno y en general bajo cualquier circunstancia en la integración del precio unitario correspondiente al concreto, todos los costos en que incurra para llevar a efecto lo antes descrito a entera satisfacción de la Comisión. Cualquier error u omisión por parte del Contratista no serán motivo de reconocimiento y pago por separado.

4.12 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN Y EXPANSIÓN

Las superficies de las juntas de construcción o las ocasionadas por fallas, deben tratarse de manera que los agregados queden expuestos por lo menos 4 mm de proyección para recibir el siguiente colado, preferentemente esta actividad se podrá realizar cuando el concreto se encuentra en estado fresco mediante la aplicación de agua. Es inadmisible cualquier tratamiento para preparar juntas de construcción que tienda a dañar el concreto física o químicamente; debe evitarse aflojar los materiales. Se deben tratar las superficies con chiflón de agua a presión cuando el concreto ya tiene cierta resistencia mecánica; también es aceptable el tratamiento que se logra al utilizar aditivos retardantes superficiales. Para proceder a la ejecución del siguiente colado, la junta de construcción debe estar limpia, libre de basura o materiales sueltos, y el concreto saturado, sin exceso de agua.

En los sitios previamente indicados en el diseño o donde el Contratista lo requiera derivado de su procedimiento de construcción, se deben dejar juntas de construcción o expansión

Todo lo necesario para el suministro e instalación de juntas especiales que sean requeridos por la Comisión en cualquiera de las Estructuras que conforman el Proyecto, derivados de errores u omisiones y/o procedimientos constructivos del Contratista, serán a cuenta y cargo de éste, por lo que la Comisión no hará reconocimiento o pago alguno a este respecto.

Sin embargo, cualquier documento o recomendación que la Comisión emita para resarcir tales efectos, no exime al Contratista de la responsabilidad contractual establecida en la presente Especificación, por lo cual, esto no será motivo o justificante para reconocimiento y pago adicional de cualquier tipo de trabajos que el Contratista desarrolle con tal finalidad.

4.13 REPARACIÓN DEL CONCRETO

Durante la construcción, se debe inspeccionar continuamente la condición de los concretos. Son objetables las siguientes fallas en el concreto: oquedades, apanalamientos, fugas de lechada o concreto; en particular en segundos colados, desalineamiento y botaduras, agrietamientos antes de 48 horas de edad del concreto, variación notable del color sobre la superficie, desperfectos ocasionados al retirar las cimbras, daños ocasionados al concreto bajo condiciones de servicio y huecos dejados por tornillos o separadores (sheet-bolts).

El procedimiento constructivo para reparación para todo tipo de concretos deberá ejecutarlo el Contratista a su cargo, con base en el tipo de daño y debe ser propuesto por el Contratista y puesto a disposición de la Comisión para su revisión, comentarios y autorización; en general, deben seguirse las recomendaciones del ACI 546. Después de remover las cimbras utilizadas para colados, la superficie del concreto debe quedar libre de alambres, varillas u otros objetos.

En caso de que se dejen huecos auxiliares para apoyo de cimbra en primeros y/o segundos colados, deben ser rellenados con concreto tipo dry-pack en un plazo que no exceda las 72 horas después del colado.

Todas las reparaciones al concreto que se realicen independientemente de su origen, no causarán ningún costo adicional para la Comisión, por lo que el Contratista deberá considerar todos los cargos correspondientes en la integración de sus costos del catálogo de Precios Unitarios para la elaboración de su oferta económica. Cualquier documento, solicitud o recomendación que la Comisión emita para resarcir toda deficiencia en los concretos, no exime al Contratista de la responsabilidad contractual establecida en la presente Especificación, por lo cual, esto no será motivo o justificante para reconocimiento y pago de cualquier tipo de trabajos que se desarrollen en las diversas Estructuras del Proyecto para tal fin.

A continuación, se enmarcan los lineamientos que debe seguir el Contratista para efectuar las reparaciones al concreto.

Todas las oquedades en el concreto derivadas de apoyo o ajuste de cimbras, el Contratista, a su cargo, deberá repararlas conforme a lo siguiente:



1. Las puntas de los tensores, separadores, alambre y/o varilla deberán recortarse por lo menos 6,0 cm al interior de la superficie del concreto y realizarse un corte cuadrado de 8 cm por lado, efectuado con disco – pulidora para evitar despostillar el concreto durante esta operación.
2. Se deberá limpiar la superficie del concreto por medios manuales y/o mecánicos.
3. Las superficies del concreto a reparar se deberán saturar con agua antes de recibir el material de reparación.
4. La reparación se efectuará con un mortero de reparación listo para usarse, empacando éste dentro de los orificios hasta el nivel de la superficie del concreto adyacente y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
5. Por último, se deberá efectuar el curado de la reparación por medio de la aplicación de membrana de curado.

En caso de reparaciones al concreto por daños durante el proceso de retiro de cimbras y/o quedades en el concreto por falta de vibrado, migración de lechada, el Contratista reparará los daños conforme a lo siguiente:

1. Se deberá delimitar el área afectada por medio de un corte con disco, de manera que se obtenga una figura geométrica regular.
2. Se retirará todo el concreto afectado por medios manuales o mecánicos hasta encontrar concreto sano.
3. Se deberá limpiar la superficie del concreto por medio de aire y agua a presión.
4. Posteriormente se saturará la superficie del concreto mediante riegos constantes de agua.
5. Una vez saturada la superficie del concreto, pero sin encharcamientos, se deberá aplicar un mortero de reparación listo para usarse, con base a las recomendaciones del fabricante.
6. Por último, se deberá curar la reparación por medio de la aplicación de la membrana de curado.

Para los casos donde se requieran reparaciones mayores a las indicadas anteriormente, El Contratista efectuará lo siguiente:

1. Se deberá delimitar el área afectada por medio de un corte con disco, de tal modo que se logre configurar un corte geométrico regular.

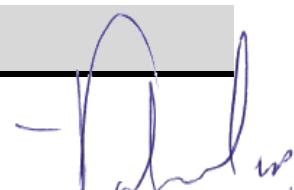


2. Se retirará todo el concreto afectado por medios manuales o mecánicos hasta encontrar concreto sano y por lo menos 5,0 cm por detrás del acero de refuerzo.
3. Se limpiará la superficie del concreto por medio de agua y aire a presión.
4. Posteriormente se deberá saturar la superficie del concreto por medio de riegos continuos de agua.
5. Se aplicará un adhesivo epóxico a la superficie del concreto para garantizar la adherencia, el adhesivo debe cumplir con las Normas ASTM C-881, ASTM C-882 y ASTM D-1652. El adhesivo se aplicará conforme a las recomendaciones del fabricante.
6. Se deberá confinar la superficie tratada por medio de cimbra, de tal forma de dejar una chimenea por arriba del límite del área a reparar para la introducción del material de reparación, de ser necesario, se abrirán ventanas en la cimbra para la colocación, vibrado y acomodo del material de reparación o en su caso el concreto a utilizar en la reparación.
7. El material de reparación será el mismo concreto utilizado que corresponda a la estructura en cuestión.
8. Una vez retirada la cimbra se procederá al corte del concreto sobrante al nivel de la superficie de concreto adyacente y posteriormente se deberá aplicar membrana de curado.

Para el caso en el que se detecte la presencia de agrietamientos o fisuras en las Estructuras de concreto del Proyecto, son objetables aquellas que sobrepasen los anchos máximos permisibles descritos en la tabla siguiente:

Tabla 5. Anchos de grieta permisibles en concreto

Condición de Exposición durante la Etapa Operativa	Ancho de Grieta Máximo Permisible (mm)
Aire seco	0,41
Humedad	0,30
Descongelamientos químicos	0,18
Brisa	0,15
Estructura contenedora de líquidos	0,10



Es responsabilidad del Contratista realizar, posterior a los 30 días de su colado, un levantamiento físico que contenga la localización con coordenadas (ubicación, altura y longitud), de las grietas de todas y cada una de las Estructuras de concreto que conforman el Proyecto, el cual debe ser presentado a la Comisión para su revisión y autorización. Las grietas deben de ser medidas con fisurómetro.

Las grietas que sobrepasen los valores máximos permisibles descritos, deben ser reparadas a cargo del Contratista conforme a lo descrito a continuación:

1. Ubicar las grietas mayores a las aberturas indicadas. Representarlas en un larguillo y/o plano. Efectuar las inyecciones de reparación. Llevar el seguimiento y control de avance.
2. La grieta se deberá de limpiar por medio de agua y aire a presión.
3. Una vez efectuada la limpieza, la grieta se deberá sellar y se colocarán boquillas siguiendo la configuración de la misma.
4. El material de reparación deberá ser de resina epólica con fluidez elevada de tal forma que se facilite su penetración a través de la fisura, la resina se deberá de preparar y colocar de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
5. La inyección de la resina se efectuará posterior a su calafateo, por medio de presión tanto para grietas horizontales como verticales.
6. Posterior al sellado de las grietas con resina, se deberán cortar las boquillas de inyección y devastar el área para regularizar la superficie del concreto.

El Contratista deberá seguir los lineamientos marcados anteriormente para elaborar sus procedimientos constructivos de reparación. El Contratista deberá de seguir los lineamientos marcados anteriormente y demostrar a la Comisión que, al término y conclusión de las reparaciones, éstas cumplen con lo dispuesto en el ACI 546 y el diseño ejecutivo de Proyecto. Si fuera necesaria una reparación en el concreto que no se ajuste a los daños descritos anteriormente, el Contratista determinará el procedimiento de reparación de acuerdo al tipo de daño presentado, este procedimiento deberá ser revisado y autorizado por la Comisión previo a su implementación.

Para efectos de reconocimiento y pago, la Comisión se reserva el derecho de aceptar parcialmente el avance de toda Estructura de concreto ejecutada en el periodo de que se trate, con base en la calidad de los trabajos y la cantidad de reparaciones que requieran atención inmediata por parte del Contratista.



4.14 CONCRETO DE REPOSICIÓN

4.14.1 Relleno de oquedades y sobreconcretos

Para el caso de concretos hidráulicos necesarios de colocar como parte de relleno para reposición de derrumbes y caídos o para restituir volumen de obra derivado de una mala ejecución de los trabajos por parte del Contratista. Al respecto, será necesario definir la causa u origen a que se deben éstas reposiciones, para lo cual se llevará a efecto el estudio y definición de la imputabilidad geológica y la emisión de un Dictamen Técnico elaborado por la Comisión, con la finalidad de determinar las áreas y subsecuentemente el volumen de concreto que podrá ser reconocido para pago, acorde con lo indicado en el apartado 3.1.4 “Sobreexcavaciones” de la especificación “Capítulo 03 Excavaciones”, donde se establecen los lineamientos para determinar la autorización del pago de excavaciones que excedan la línea de tolerancia.

Por ningún motivo podrán ser reconocidos para pago los sobreconcretos que sobrepasen la línea de tolerancia en el caso de obras subterráneas o la línea de proyecto para el caso de las estructuras a cielo abierto, cuya causa u origen se deriven de fallas de procedimientos constructivos de excavación, como pueden ser entre otras: alineamiento de la perforación con desviación para postcorte, sobreexcavación por procedimiento constructivo para alineamiento de la perforación de precorte que cumpla con los taludes de proyecto, mal alineamiento de perforación en general, errores de marcación topográfica, daños a la roca por una carga inadecuada de material explosivo, errores de diseño de las voladuras, desprendimientos de roca normales que no se hayan propiciado por una falta de tratamiento de soporte, por sismicidad inducida que favorezca desprendimientos de roca en pisos, taludes de diversa inclinación, bóvedas; sub-barrenaciones, falta de supervisión por parte del Contratista en los trabajos de afine y perfilamiento de las superficies definitivas indicadas en el Proyecto, falta de comunicación en los cambios de turno referentes a indicarse la continuidad de los trabajos relativos a las líneas y niveles en que debería concluir la excavación, etc.

4.14.2 Plantilla de Desplante

Los concretos de uniformización comúnmente denominados como plantilla de regularización de las estructuras, proporcionan una superficie plana con el propósito de iniciar todo arranque estructural en forma ordenada y limpia. Para el caso de plantillas en sitios donde exista sobreexcavación, aplica lo dispuesto en el apartado 4.14.1.

Las actividades previas a la colocación del concreto para plantillas de regularización, incluyen en su alcance la limpieza, retiro de bajo excavaciones (peines), así como el retiro de la rezaga que resulte de este proceso, mediante el sopleteo con agua y aire a presión para dar las condiciones necesarias para la colocación del concreto simple de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$.



Para el cargo de esta actividad se deberá generar un concepto de trabajo en los precios unitarios, se cuantificará de acuerdo con lo establecido en los planos de proyecto. La Comisión no reconocerá sobre costo adicional alguno por este concepto.

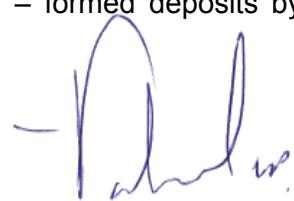
4.15 NORMAS Y DOCUMENTOS APLICABLES

Edición vigente de:

- ASTM A 820 Standard specification for steel fibres for fiber-reinforced concrete
- ASTM A 185 Steel welded wire reinforcement, plain for concrete
- ASTM A 496 Standard specification for deformed steel wire reinforcement
- ASTM A 497 Standard specification for steel welded wire reinforcement, deformed of concrete
- ASTM C 29 Standard test Method for bulk density ("Unit Weight) and voids in aggregate.
- ASTM C 31 Practice for making and curing concrete test specimens in the field.
- ASTM C 33 Specification for concrete aggregates.
- ASTM C 39 Test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens.
- ASTM C 40 The method for organic impurities in fine aggregates for concrete.
- ASTM C 42 Standard Test Method for obtaining and testing drilled cores and sawed beams of concrete.
- ASTM C 78 Standard Teste method for flexural strength of concrete (using simple beam with third point loading).
- ASTM C 88 Test Method for soundness of aggregates by use of Sodium Sulfate or Magnesium Sulfate.
- ASTM C 94 Specification for ready mixed concrete.
- ASTM C 109 Test Method for compressive strength of hydraulic cement mortars (using 2 in or 50 mm cube specimens).
- ASTM C 117 Test method for materials finer than 75 um (N° 200) sieve in mineral aggregates by washing.
- ASTM C 127 Test method for specific gravity and absorption of coarse aggregate.
- ASTM C 128 Test method for specific gravity and absorption of fine aggregate.
- ASTM C 131 The method for resistance to degradation of small size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles Machine.
- ASTM C 136 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM C 138 Test method for unit weight, yield, and air content (gravimetric) of concrete.
- ASTM C 143 Test method for slump of Portland cement concrete.
- ASTM C 150 Specification for Portland cement.
- ASTM C 191 Test method for time of setting of hydraulic cement by Vicat needle.



- ASTM C 289 Standard test method for potential alkali – silica reactivity of aggregates (chemical method).
- ASTM C 309 Specification for liquid membrane forming compounds of curing concrete.
- ASTM C 469 Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression.
- ASTM C 494 Specification for chemical admixtures for concrete.
- ASTM C 496 Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of cylindrical concrete Specimens.
- ASTM C 535 Test Method for resistance to degradation of large size coarse aggregates by abrasion and impact in the Los Angeles Machine.
- ASTM C 595M Specification for Blended hydraulic cements.
- ASTM C 618 Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete
- ASTM C 881 Standard Specification for Epoxy-Resin Based Bonding Systems for Concrete
- ASTM C 882 Standard Test Method for Bond Strength of Epoxy-Resin Systems Used With Concrete By Slant Shear
- ASTM C 1141 Standard specification for admixtures for shotcrete
- ASTM C 1240 Standard specification for silica fume used in cementitious mixes
- ASTM C 1399 Standard test method for obtaining average residual strength of fiber reinforced concrete
- ASTM C 1436 Standard specification for materials for shotcrete
- ASTM C 1602 Standard specification for mixing water used in the production of hydraulic cement concrete
- ASTM C 1603 Standard test method for measurement of solids in water
- ASTM D 511 Standard test methods for calcium and magnesium in water.
- ASTM D 512 Standard test methods for chloride ion in water.
- ASTM D 513 Standard test methods for total and dissolved carbon dioxide in water
- ASTM D 516 Standard test method for sulfate ion in water.
- ASTM D 523 Standard test methods for total and dissolved carbon dioxide in water.
- ASTM D 992 Method of test for nitrate ion in water.
- ASTM D 1252 Standard test methods for chemical oxygen demand (dichromate oxygen demand) of water.
- ASTM D 1293 Standard test methods for PH of water.
- ASTM D 1428 Method for test for sodium and potassium in water and water – formed deposits by flame photometry.
- ASTM D 1652 Standard Test Method for Epoxy Content of Epoxy Resins



ASTM D 4791 Standard test Method for Flat Particles, Elongates Particles or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregates.

- NMX-B-252 Requisitos Generales para planchas, perfiles, tablaestacas y barras de acero laminado, para uso estructural.
- NMX-C-414 Industria de la Construcción – Cementos hidráulicos, Especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-040-ECOL-2002 Fabricación de cemento hidráulico-Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera.
- ACI 117 Standard Tolerances for Concrete construction and Materials.
- ACI 211 Standard Practice for selecting Proportions for Normal, Heavyweight and Mass Concrete.
- ACI 221R Guide for use of Normal weight aggregates in concrete.
- ACI 302 Guide for concrete floor and slab construction.
- ACI 304 Guide for measuring, mixing, transporting and placing concrete.
- ACI 305 Hot weather concreting.
- ACI 309R Guide for consolidations of concrete.
- ACI 3092R Identification and control of visible effects of consolidation on formed concrete surfaces.
- ACI 311 ACI Manual of Concrete Inspection
- ACI 318 Building code requirements for reinforced concrete.
- ACI 347R Guide on formwork for Concrete.
- ACI 506R Guide to Shotcrete.
- ACI 506.1 Committee report on fiber reinforced shotcrete
- ACI 506.2 Specification for shotcrete
- ACI 506.4 Guide for the evaluation of shotcrete
- ACI 506.5R Guide for specifying underground shotcrete
- ACI 546 Concrete repair guide
- EN 14488-1 Testing sprayed concrete Sampling fresh and hardened concrete
- EN 14488-5 Testing sprayed concrete Determination of energy absorption capacity of fibre reinforced slab specimens
- EN 14488-7 Testing sprayed concrete Fibre content of fibre reinforced concrete
- U. S. B. R. U.S. Department of the interior Bureau of Reclamation.

Manual de Tecnología del concreto, 4 Secciones, C.F.E. e I.I. UNAM. Edit. Limusa, Noriega Editores, 1994.