


<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> ANEXO N° 7 LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas </div> </div>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 1/ 14

1. Materiales

Todos los materiales, herramientas y equipos a emplearse en la preparación, vaciado y curado del hormigón deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Boliviana del Hormigón Estructural, NB 1225001, Capítulo 3 - Materiales.

1.1 Cemento

El cemento a utilizar en la elaboración de hormigones, debe cumplir con alguna de las siguientes normas:

- Cemento Portland (ASTM C 150).
- Cementos hidráulicos adicionados (ASTM C 595), se excluyen los Tipos IS (>70) ya que no pueden ser empleados como constituyentes cementantes principales en el hormigón estructural.
- Cemento hidráulico expansivo (ASTM C 845).
- Cemento hidráulico (ASTM C 1157), NB 011.

El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de la dosificación del hormigón, en el caso de cambiar de tipo o marca de cemento se deberá realizar una nueva dosificación en forma previa a la utilización de dicho cemento.

En el caso de que no se especifique un tipo de cemento en particular en el alcance del proyecto o trabajo a realizar, el Contratista podrá proponer el cemento a utilizar, pero se deberá contar con la aprobación previa de parte del Supervisor de YPFB TR.

El cemento deberá ser almacenado en condiciones que lo mantengan fuera de la intemperie y la humedad. El almacenamiento deberá organizarse en forma sistemática, de manera de evitar que ciertas bolsas se utilicen con mucho retraso y sufran un envejecimiento excesivo. En general no se deberán almacenar más de 10 bolsas una encima de la otra y deberán estar dispuestas sobre tarimas evitando el contacto directo con el suelo.

El cemento que por alguna razón haya fraguado parcialmente o contenga terrones, grumos, costras, etc. será rechazado automáticamente y deberá ser retirado del lugar de la obra.

1.2 Agregados

Los áridos a emplearse en la fabricación de hormigones serán aquellas arenas y gravas obtenidas de yacimientos naturales, rocas trituradas y otros que resulten aconsejables, como consecuencia de estudios realizados en laboratorio.

Se entiende por arena o árido fino, el árido o fracción del mismo que pasa por el tamiz de 5 mm de malla (tamiz N° 4) y por grava o árido grueso el que resulta retenido en dicho tamiz.

Los agregados para hormigón deben cumplir con una de las siguientes normas:

- Agregados de peso normal (ASTM C 33); NB 594; NB 596.
- Agregados livianos (ASTM C 330).


El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a:

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado
- 1/3 de la altura de la losa
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre barras o alambres individuales de la armadura, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

1.3 Fierros

En todos los casos, las armaduras del hormigón armado deberán estar libres de corrosión.

El acero debe ser corrugado, excepto en espirales o acero pretensado en los cuales se puede utilizar acero liso. Además, se puede utilizar armadura consistente en pernos con cabeza para refuerzo de cortante, perfiles de acero estructural o en tubos y elementos tubulares de acero.

 <div style="text-align: center;"> ANEXO N° 7 LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas </div>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 2/ 14

La soldadura de barras de la armadura debe realizarse de acuerdo con “Structural Welding Code – Reinforcing Steel”, ANSI/AWS D1.4 de la American Welding Society. La ubicación y tipo de empalmes soldados y otras soldaduras requeridas en las barras de la armadura deben estar indicados en los planos de diseño o en las especificaciones del proyecto. Las normas ASTM para barras de la armadura, excepto ASTM A 706, deben ser complementadas para requerir un informe de las propiedades necesarias del material para cumplir con los requisitos de ANSI/AWS D1.4.

Las barras de acero corrugado con resistencia a la fluencia igual a 400 MPa deben cumplir con los requisitos solicitados por las normas ASTM A 615M, ASTM A 706M y ASTM A 996M, para la normativa nacional cumplir con las normas NB 728, NB 729, NB 730, NB 731 y NB 732.

Las barras de acero corrugado con resistencia a la fluencia mayor a 400 MPa deben cumplir con una de las normas enumeradas en 3.5.3.1 de la NB 122500, excepto que para barras con $f_y > 400$ MPa, la resistencia a la fluencia debe tomarse como el esfuerzo correspondiente a una deformación unitaria de 0,35%.

En cuanto a las mallas electrosoldadas para hormigón, deben ajustarse a la norma ASTM A 184M. Las barras de armadura utilizadas en las mallas de armadura deben cumplir con ASTM A 615M y ASTM A 706 M y en la normativa nacional con las normas NB 733 y NB 734

Los aceros de distintos diámetros y características se almacenarán separadamente, a fin de evitar la posibilidad de intercambio de barras.

El tipo de acero y su fatiga de fluencia será aquel que esté especificado diseño, cálculos, planos estructurales, etc. Queda terminantemente prohibido el empleo de aceros de diferentes tipos en una misma sección.

1.3.1 Armadura para lastrados

Para la construcción de lastrado de tuberías, se podrá utilizar indistintamente malla electrosoldada o armadas a partir de fierro corrugado.

Para los lastrados simples se utilizarán mallas electrosoldadas o armadas a partir de barras de 4,2 mm de diámetro con una separación de 15 cm en ambas direcciones, en el caso de lastres especiales, debe ser el especialista o diseñador quien determine el diámetro, separación entre barras y tipo de armadura a usar, en todo caso, las armaduras deberán ser aprobadas previamente por la supervisión de YPFB TR.

La malla de refuerzo del hormigón estará ubicada en forma concéntrica al eje del caño y fijadas firmemente en la mitad del revestimiento de hormigón, separada de la superficie del tubo por espaciadores pre moldeados de cemento.


La malla deberá tener un traslape tanto circunferencial como longitudinal de mínimamente 10 cm, o en su defecto lo especificado por el fabricante de las mallas.

Antes de la instalación de la malla, se le deberá dar una forma cilíndrica, con un diámetro que facilite su colocación, a una distancia del revestimiento indicada en la *Figura 1 Encofrado Metálico* y concéntrica al eje del tubo.

Bajo ninguna circunstancia las barras de la malla de refuerzo podrán sobrepasar la superficie del hormigón o quedar en contacto con el revestimiento anticorrosivo.

En los tramos de ducto lastrado de sección cuadrada, la armadura de refuerzo a utilizar podrá ser malla electrosoldada con las mismas dimensiones y características de la utilizada en la sección cilíndrica.

Se podrá utilizar fierro corrugado de 10 mm con estribos de 6 mm de diámetro cada 20 cm o el diámetro resultante del cálculo para los lastrados in situ.

 <p style="text-align: center;">ANEXO N° 7</p> <p style="text-align: center;">LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN</p> <p style="text-align: center;">Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas</p>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 3/ 14

1.4 Agua

El agua empleada en el mezclado del hormigón debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas para el hormigón o la armadura y debe cumplir con la norma ASTM C1602 y NB 637. En particular se debe cumplir que el exponente de hidrógeno pH sea mayor a 5.

Cualquier agua natural que se pueda beber (potable) y que no tiene sabor u olor marcado, puede utilizarse como agua de mezclado en la elaboración de hormigón o curado.

No debe utilizarse agua no potable en el hormigón, a menos que se cumpla con las siguientes condiciones:

- La selección de la dosificación del hormigón debe basarse en mezclas de hormigón con agua de la misma fuente.
- Los cubos de mortero para ensayos, hechos con agua no potable, deben tener resistencias a los 7 y 28 días, de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares hechas con agua potable. El tiempo de fraguado no variará en relación al control en 1,00 hora más temprano o 1,50 horas más tarde, de acuerdo al ensayo ASTM C 191. La comparación de los ensayos de resistencia y fraguado debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo con la norma ASTM C 109.

La temperatura del agua para la preparación del hormigón deberá ser superior a 5°C.

1.5 Aditivos

Se podrán emplear aditivos para modificar ciertas propiedades del hormigón, previa su justificación y aprobación expresa efectuada por el Supervisor de YPFB TR.

Como el modo de empleo y la dosificación deben ser de estudio adecuado, debiendo asegurarse una repartición uniforme de aditivo, este trabajo deberá ser encomendado a personal calificado y preferentemente bajo las recomendaciones de los fabricantes de los aditivos.

Para autorizar la incorporación de aditivos en el hormigón, en forma previa a la utilización de los mismos, se deberán preparar pastones de prueba de hormigón con la inclusión de los aditivos que se pretendan utilizar en las dosificaciones correspondientes, en caso de requerirse un cambio de aditivo o en la proporción del mismo, se requerirá la presentación de resultados de nuevas dosificaciones de prueba que certifiquen que se alcanzarán las resistencias y propiedades indicadas en los planos de construcción y/o especificaciones técnicas.


2. Características del Hormigón

La elección de los componentes del hormigón y su dosificación, debe cumplir las exigencias relativas a las características especificadas por el proyecto / trabajo a realizar para el hormigón endurecido, la durabilidad, teniendo en cuenta la agresividad del ambiente, en relación con el hormigón y armadura, las características de hormigón fresco como la consistencia, las consecuencias del tratamiento previsto para el hormigón, en el ambiente que vaya a ejecutarse.

En general, las proporciones de los materiales que componen el hormigón (cemento, agregados, agua y aditivos) deberán garantizar mezclas compactas y con la resistencia requerida en las especificaciones y/o planos aprobados para construcción del proyecto/trabajo a realizar, para lo cual se deberán presentar resultados de rotura de probetas de pastones de prueba preparados en forma previa a la adopción de una determinada dosificación del hormigón, los cuales deberán ser aprobados por la Supervisión de YPFB TR.

Previo a realizar estos ensayos de dosificación, se deberá entregar a YPFB TR. la documentación de calidad de los materiales a utilizar para aprobación, tales como:

- Cemento: certificado de calidad.

 <p style="text-align: center;">ANEXO N° 7</p> <p style="text-align: center;">LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN</p> <p style="text-align: center;">Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas</p>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 4/ 14

- Agua: análisis de laboratorio en caso de que se vaya a utilizar agua no potable.
- Agregados: informe de laboratorio de los ensayos de granulometría y ensayo de desgaste (Máquina de Los Ángeles) para el agregado grueso en el caso de que así lo requiera la Supervisión de YPFB TR.

En el caso de que el volumen total de hormigón a vaciar en un proyecto o trabajo de menor envergadura sea menor a 15 m³, se podrá prescindir de la elaboración de pastones de prueba para la determinación de la dosificación a utilizar, pero siempre y cuando se cumplan con las siguientes condiciones:

- La resistencia característica a la compresión del hormigón requerido no es mayor a 210 kg/cm².
- El cemento y aditivos a utilizar deberán ser de la misma marca y características y los agregados deberán ser de similares características a los anteriormente utilizados.
- Se deberá presentar la dosificación propuesta a la Supervisión de YPFB TR., la cual deberá especificar una cantidad de cemento mayor o igual a la solicitada en el *Punto 3.3.1 Contenido unitario de cemento*.
- Dicha dosificación debe haber sido utilizada anteriormente y se deberán presentar respaldos (resultados de laboratorio) de que la resistencia promedio alcanzada a los 28 días en dicha anterior oportunidad con la dosificación propuesta fue por lo menos un 15% mayor a la requerida y ninguno de los resultados de rotura a los 28 días fue menor a la especificada.
- Se requerirá la autorización de la Supervisión de YPFB TR. para su utilización.

2.1 Contenido unitario de cemento

En ningún caso las cantidades de cemento podrán ser menores que:

- Para hormigón pobre (de limpieza y nivelación), 150 kg/m³.
- Hormigón ciclópeo, 150 kg/m³.
- Estructuras corrientes de hormigón en masa y hormigón armado, 320 kg/m³.
- Depósitos de agua /hidrocarburos, 350 kg/m³.
- Hormigones expuestos a la acción de un medio agresivo, 380 kg/m³.
- Hormigones a vaciarse bajo agua 400 kg/m³.

2.2 Consistencia del Hormigón

La consistencia del hormigón será la necesaria para que, con los métodos de puesta en obra y compactación previstos, el hormigón pueda rodear las armaduras en forma continua y rellenar completamente los encofrados sin que se produzcan coqueras (cangrejas). La consistencia de la mezcla será determinada mediante el ensayo de asentamiento, empleando el cono de Abrams. El ejecutor deberá tener en la obra el cono standard (10 cm de diámetro en la parte superior x 20 cm de diámetro en la parte inferior x 30 cm de altura) para la medida de los asentamientos en cada vaciado. Como norma general, y salvo justificación especial, no se utilizarán hormigones de consistencia fluida, recomendándose los de consistencia plástica y blanda, compactados por vibrado. En elementos con función resistente, se prohíbe la utilización de hormigones de consistencia líquida. Se exceptúa de lo anterior el caso de hormigones fluidificados por medio de un súper plastificante, siempre y cuando se corrobore que se alcanzarán las resistencias requeridas mediante la elaboración y rotura de probetas obtenidas de pastones de prueba. La fabricación y puesta en obra de estos hormigones, deberá realizarse según reglas específicas.

Las distintas consistencias y los valores límites de los asentamientos correspondientes, medidos en el cono de Abrams de acuerdo con el método del ensayo indicado en la NB 589, son los siguientes:


<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <div style="text-align: center;"> ANEXO N° 7 LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas </div> </div>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 5/ 14

Tabla N° 1: Asentamiento de Hormigón

Consistencia	Asentamiento en cm	Tolerancia en cm
Seca	0 – 2	0
Plástica	3 – 5	±1
Blanda	6 – 9	±1
Fluida	10 – 15	±2

Como regla general, se empleará hormigón con el menor asentamiento posible que permita un llenado completo de los encofrados, envolviendo perfectamente las armaduras y asegurando una perfecta adherencia entre las barras y el hormigón.

No se permitirá el uso de hormigones con asentamiento superior a 16 cm.

Al inicio de los vaciados del día y cada vez que lo solicite la Supervisión de YPFB TR. se realizará el control de asentamiento del hormigón mediante el Cono de Abrams, el cual no podrá ser mayor al que determinen las especificaciones correspondientes, o la considerada en la dosificación aprobada por la Supervisión de YPFB TR., con la tolerancia indicada en la *Tabla N° 1*

2.3 Relación Agua - Cemento (en peso)

La relación agua - cemento se determinará en cada caso basándose en los requisitos de resistencia y trabajabilidad, pero en ningún caso deberá exceder de:

Tabla N° 2: Relación Agua – Cemento para Hormigones

Condiciones de Exposición	Extrema	Severa	Moderada
Naturaleza de la obra	Hormigón sumergido en medios agresivos	Hormigón en contacto con agua a presión Hormigón en contacto alternado con agua y aire	Hormigón expuesto a la intemperie. Hormigón sumergido permanentemente en medio no agresivo.
Piezas delgadas	0.48	0.54	0.60
Piezas de grandes dimensiones	0.54	0.60	0.65


Para la aplicación del agua en la mezcla de hormigón, deberá tenerse muy en cuenta la humedad propia de los agregados.

2.4 Ensayos de resistencia mecánica del hormigón

Uno de los parámetros más importantes para determinar la calidad del hormigón es su resistencia característica a la compresión a la edad de 28 días, para su determinación se deberán utilizar probetas cilíndricas normales de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, el laboratorio en el cual se realizarán dichos ensayos deberá estar aprobado por la Supervisión de YPFB TR.

Los cilindros para los ensayos de resistencia deben ser fabricados y curados en laboratorio de acuerdo con las normas NB 586 o ASTM C 31 y deben ensayarse de acuerdo con las normas NB 639 o ASTM C 39.

Por cada día y por cada 10 m³ de hormigón vaciado en cada día, se obtendrán 4 probetas cilíndricas para determinar la resistencia del hormigón, de las cuales se romperá una a los 7 días de edad, otra a los 14 días y las dos restantes a los 28 días, pudiendo el ejecutor moldear un mayor número de probetas para efectuar ensayos a edades (días) diferentes a las anteriormente mencionadas y así apreciar la resistencia

 <div style="text-align: center;"> ANEXO N° 7 LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas </div>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 6/ 14

probable de sus hormigones con mayor anticipación, o en caso de alcanzarse las resistencias mínimas especificadas, poder continuar con la siguiente fase constructiva.

En caso de vaciarse hormigón premezclado (mixers), se deberán obtener al menos 4 probetas por cada mixer para ser ensayadas (rotas) a las mismas edades indicadas para el hormigón preparado en obra.

Los cuerpos de prueba deben ser identificados a través de un marcado propio con un número secuencial para llevar un control de las fechas de rotura de dichos cuerpos.

Después de protegidos los cuerpos de prueba deben ser encaminados al laboratorio, debiendo ser transportados en caso necesario en cajas rígidas, conteniendo aserrín o arena mojada.

3. Descripción para la preparación, colocación, compactación y curado del hormigón

3.1 Dosificación de Materiales

Para la preparación del hormigón se recomienda, dentro de lo posible, que la dosificación de los materiales se efectúe en peso.

Para los áridos se aceptará una dosificación en volumen, es decir transformándose los pesos en volumen aparente del material suelto, conforme a ensayos de laboratorio que se deberán realizar en conjunto con la dosificación de los pastones de prueba. A solicitud de la Supervisión de YPFB TR. se podrán realizar determinaciones del peso unitario de los agregados y del contenido de humedad de los mismos durante el desarrollo de los trabajos.


Cuando se emplee cemento envasado, la dosificación se realizará por número de bolsas de cemento, quedando prohibido el uso de fracciones de bolsa, a menos que se diseñen recipientes dosificadores en función al peso unitario suelto del cemento determinado en laboratorio.

La medición de los áridos en volumen se realizará en recipientes dosificadores, los que, al igual que en el caso de los utilizados para el cemento y el agua, deberán ser aprobados por la Supervisión de YPFB TR.

3.2 Mezclado

El hormigón deberá ser mezclado mecánicamente, para lo cual:

- Se utilizarán una o más hormigoneras de capacidad adecuada y se empleará personal capacitado para su manejo.
- En caso de utilizarse hormigón premezclado, el mismo deberá mezclarse y entregarse de acuerdo a los requisitos de las normas ASTM C 94 o ASTM C 685.
- Periódicamente se verificará la uniformidad del mezclado.
- El período de mezclado comienza después de haber introducido en la mezcladora todos los componentes sólidos (por ejemplo, cemento y agregados). El tiempo de mezclado, después de que todos los componentes hayan ingresado en la mezcladora, no deberá ser inferior a 90 segundos para mezcladoras de hasta 1500 litros de capacidad, aumentando en tantas veces quince segundos como fracciones de 400 litros de exceso sobre los 1500 litros tenga la capacidad de la máquina utilizada.
- El uso de la capacidad del tambor de la mezcladora y el número de revoluciones se limitarán en todo momento a las especificaciones de fábrica. La Supervisión de YPFB TR. tendrá el derecho y la potestad de modificar el proceso y tiempo de mezclado si se comprobara que la forma de carga de los componentes de la mezcla y el proceso de mezclado no produce la deseada uniformidad, composición y consistencia del hormigón. No estará permitido cargar la mezcladora excediendo su capacidad, ni posteriormente agregar agua con el fin de obtener una determinada consistencia.
- Para realizar la introducción de los materiales componentes del hormigón en la mezcladora se realizarán los siguientes pasos:

 <div style="text-align: center;"> ANEXO N° 7 LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN Documento al que pertenece : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas </div>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 7/ 14

- a) Verificar que la mezcladora esté convenientemente limpia sin restos de materiales endurecidos por usos anteriores.
- b) Verificar con anticipación el sistema mecánico y/o eléctrico de la mezcladora.
- c) Cargar los materiales de acuerdo al siguiente orden: $\frac{3}{4}$ partes de agua, $\frac{1}{2}$ parte de la grava, cemento, arena, resto de la grava y el resto del agua para la consistencia deseada.
- d) Descargar la mezcla en forma continua.
- e) Limpiar y lavar completamente la mezcladora, una vez finalizada la faena del hormigonado.
- f) Los restos de hormigón no deberán verterse directamente al suelo, debiéndose disponer para ello áreas especiales en coordinación con la Supervisión de YPFB TR.

3.3 Transporte

El hormigón será transportado desde la hormigonera hasta el lugar de su colocación en condiciones que impidan su segregación, pérdida del material, o el inicio del fraguado. Para ello se emplearán métodos y equipos que permitan mantener la homogeneidad del hormigón y evitar la pérdida de sus componentes o la introducción de materias ajenas, así como evitar interrupciones durante el proceso del vaciado que pudieran causar pérdidas de plasticidad entre capas sucesivas de colocación.

Para los medios corrientes de transporte, el hormigón deberá quedar colocado en su posición definitiva dentro de los encofrados antes de que transcurran treinta minutos desde que el agua se ponga en contacto con el cemento.

3.4 Colocación

Antes del vaciado del hormigón en cualquier sección, el ejecutor deberá contar con la correspondiente autorización del Supervisor de Obra.

Salvo el caso que se disponga de una protección adecuada y de la autorización necesaria de parte de la Supervisión de YPFB TR. para proceder en sentido contrario, no se colocará hormigón mientras llueva.

El espesor máximo de cada capa de hormigón no deberá exceder de 50 cm.

La velocidad de colocación será la necesaria para que el hormigón en todo momento se mantenga plástico y ocupe rápidamente los espacios comprendidos entre las armaduras.

No se permitirá verter libremente el hormigón desde alturas mayores a 1.50 metros.

En caso de presentarse alturas mayores de vertido, se deberán utilizar embudos y conductos cilíndricos que eviten la segregación del hormigón. Se exceptúan de esta regla los elementos que tengan pendientes mayores a 45°.

Durante la colocación y compactación del hormigón se deberá evitar el desplazamiento de las armaduras.

Las losas deberán hormigonarse en una operación continua.

No debe utilizarse hormigón al que después de preparado se le adicione agua, ni que haya sido mezclado después de su fraguado inicial.


En los lastrados, la colocación se hará por capas horizontales, de espesor uniforme en toda su longitud.

En losas, la colocación se hará por franjas de ancho tal que, al colocar el hormigón de la faja siguiente, en la faja anterior no se haya iniciado el fraguado.

3.5 Compactación del Hormigón

Todo hormigón debe compactarse cuidadosamente por medios adecuados durante la colocación y debe acomodarse por completo alrededor del refuerzo y de las instalaciones embebidas y en las esquinas del encofrado.

La compactación de los hormigones se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas, de manera tal que se eliminen los huecos o burbujas de aire del interior de la masa y se

 <div style="text-align: center;"> ANEXO N° 7 LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas </div>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 8/ 14

obtenga un perfecto cerrado de la misma, sin que llegue a producirse segregación. El proceso de compactación, deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Los hormigones de consistencia seca, plástica o blanda, deben compactarse, en general, por vibración. Los de consistencia muy blanda o fluida (poco utilizados en el rubro hidrocarburífero), se compactan normalmente por picado o, si no existe riesgo de segregación, mediante un ligero vibrado.

Los vibradores de inmersión deben sumergirse rápido y profundamente en la masa, cuidando de retirar la aguja con lentitud y a velocidad constante. Cuando se hormigone por tongadas, conviene introducir el vibrador hasta que la punta penetre en la capa subyacente, procurando mantener el aparato vertical o ligeramente inclinado.

Los valores óptimos, tanto de la duración del vibrado como de la distancia entre los sucesivos puntos de inmersión, dependen de la consistencia de la masa, de la forma y dimensiones de la pieza, y del tipo de vibrador utilizado, no siendo posible establecer cifras de validez general, pero como orientación se indica que la distancia entre puntos de inmersión, debe ser la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada, una humectación brillante, siendo preferible vibrar en muchos puntos por poco tiempo a vibrar en pocos puntos más prolongadamente.

Se pondrá especial cuidado en evitar que la aguja del vibrador entre en contacto con las armaduras, sobre todo, en las últimas etapas del vibrado, pues ello daría lugar a que quedasen espacios vacíos alrededor de las barras.

3.6 Protección y Curado

Una vez puesto en obra el hormigón y en tanto éste no haya adquirido la resistencia suficiente deberá protegerse contra las influencias que puedan perjudicarle y especialmente contra:

- Una desecación prematura, en particular a causa de soleamiento o viento.
- Un deslavado por lluvia o chorro de agua.
- Un enfriamiento rápido, durante los primeros días.
- Una baja temperatura o una helada.
- Vibraciones o sacudidas, capaces de alterar la textura del hormigón y la adherencia entre éste y las armaduras.

El hormigón deberá mantenerse a una temperatura por encima de 10°C y en condiciones de humedad por lo menos durante los primeros 7 días después de su colocación, excepto para hormigones de alta resistencia inicial, en cuyo caso lo exigible es de mínimo 3 días.

El curado se realizará por riego directo con agua de similares características que la solicitada para el amasado del hormigón, cuidando que no se produzca lavado de la superficie de hormigón, o utilizando un material adecuado que no contenga sustancias nocivas para el hormigón y sea capaz de retener la humedad.

El tiempo de curado del hormigón podrá variar cuando se realice un curado acelerado, caso en el cual se deberá proceder de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Numeral 5.11.3 de la NB 1225001


Por otro lado, si el hormigón debe endurecer a bajas temperaturas o se utiliza un cemento de fraguado lento, deberá prolongarse el curado, regularmente se recomienda un curado prolongado en el caso en que el hormigón deba satisfacer exigencias especiales con respecto a la estanquidad, a la resistencia a ciclos de hielo-deshielo, o a la abrasión.

4. Encofrados y Cimbras

4.1 Construcción y armado de encofrados

Podrán ser de madera, metálicos o de cualquier otro material suficientemente rígido.

Deberán tener la resistencia y estabilidad necesaria, para lo cual serán convenientemente arriostrados.

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>YPFB Transporte S.A.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>ANEXO N° 7</p> <p>LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN</p> <p>Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas</p> </div> </div>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 9/ 14

Previamente a la colocación del hormigón se procederá a la limpieza y humedecimiento de los encofrados.

Si se desea aceitar los moldes, dicha operación se realizará previa a la colocación de la armadura y evitando todo contacto con la misma.

En todos los ángulos se pondrán colocar filetes triangulares.

El encofrado debe cumplir con lo siguiente:

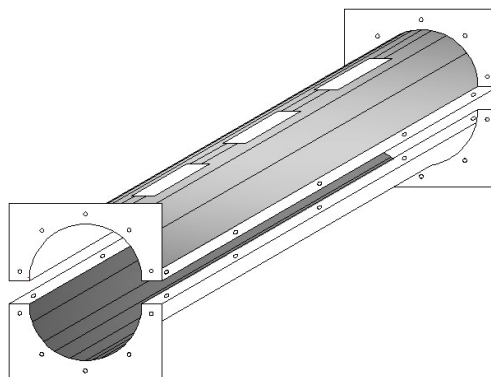
- La estructura de los encofrados debe garantizar su resistencia a la presión del hormigón, sin que provoque deformaciones en el hormigón terminado.
- El encofrado debe tener dimensiones exactas y las mismas deben corresponder a las del elemento de acuerdo a las especificaciones y/o planos de detalle.
- Las juntas de uniones deben ser estancas y no deben permitir la pérdida de lechada.
- El diseño y construcción del encofrado permita un desmoldeo sin dañar el hormigón endurecido.
- Sus superficies estén limpias e impregnadas de desmoldante para evitar la adherencia del hormigón.
- Que los fondos no contengan material suelto.

4.2 Encofrado para Lastrados de Tubería

4.2.1 Encofrados Metálicos

Debe estar compuesto de planchas metálicas curvadas, que construidas en dos mitades cubrirán el ducto con una holgura mínima de 7 cm para el caso de lastre simple y para lastre especial la holgura se lo definirá en función al cálculo de flotabilidad (Ver *Figura 1* para criterio de construcción).


Figura 1
Encofrado Metálico



Se deberá utilizar en algunos cruces de camino, ríos y quebrada, en tendido de línea nueva y deberá cumplir con las características de la dimensión exterior del diseño de hormigón, evitando la reducción de espesores de la sección prevista.

Deberá ser apoyado sobre cuñas de madera y/o bolsas con arena asegurando su estabilidad, deberán humedecerse las paredes con aditivo desmoldante o aceite vegetal para facilitar el desencofrado.

En las extremidades de los caños se colocarán anillos de madera para evitar el derrame del hormigón, de modo de dejar expuesto 300 mm del extremo del tubo.

 <p style="text-align: center;">ANEXO N° 7</p> <p style="text-align: center;">LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN</p> <p style="text-align: center;">Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas</p>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 10/ 14

4.2.2 Encofrados de madera

Como otra opción de encofrado se podrá utilizar, en lastrados in situ que se realizan en los trabajos de mantenimiento de línea, encofrados de madera de sección cuadrada o rectangular.

El encofrado de madera estará conformado por tablonos o triplay, soleras, tornapunta y estacas, debiéndose garantizar la firmeza al mismo.

En caso de necesidad constructiva y en situaciones específicas, se podrá utilizar encofrado de sacrificio (entierro del lastrado sin desencofrarlo).

4.3 Remoción de encofrados y cimbras

Los encofrados deben retirarse de tal manera que no se afecte negativamente la seguridad o funcionamiento de la estructura, sin golpes, sacudidas ni vibraciones.

El hormigón expuesto por el desencofrado debe tener suficiente resistencia para no ser dañado por las operaciones de desencofrado.

Durante el período de construcción, sobre las estructuras no apuntaladas, queda prohibido aplicar cargas, acumular materiales o maquinarias en cantidades que pongan en peligro su estabilidad.

Los plazos mínimos para el desencofrado se detallan en la **Tabla N° 3** y en la **Tabla N° 4**.


Tabla N° 3: Plazos mínimos para la remoción de encofrados laterales

Elemento Estructural	Temperatura Superficial del Hormigón			
	≥24 °C	16 °C	8°C	2°C
Tabiques (*)	9 h	12 h	18 h	30 h
Columnas (*)	9 h	12 h	18 h	30 h
Lateral de vigas o viguetas (*)	9 h	12 h	18 h	30 h
Encofrados interiores de casetonados, los que pueden ser removidos sin perturbar el resto de los encofrados o apuntalamientos				
Ancho igual o menor de 750 mm	2 días	3 días	4 días	8 días
Ancho mayor de 750 mm	3 días	4 días	5 días	10 días
(*) Cuando los encofrados de estos elementos estructurales soporten, a su vez, encofrados de losas o vigas, el plazo para la remoción de sus encofrados dependerá del plazo para las losas o vigas que se apoyan.				

Fuente: Norma NB 1225001

Tabla N° 4: Plazos mínimos para la remoción de apuntalamientos, arriostramientos y otros elementos de sostén, en días

Tipo de estructura	Sobrecarga estructural menor que el peso propio de la estructura	Sobrecarga estructural mayor que el peso propio de la estructura
Túneles y conductos circulares	3 días	2 días
Claves de los arcos	14 días	7 días

 <p style="text-align: center;">ANEXO N° 7</p> <p style="text-align: center;">LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN</p> <p style="text-align: center;">Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas</p>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 11/ 14

Vigas principales, vigas secundarias y viguetas:		
- Luz libre entre apoyos menor de 3 m	7 días	4 días
- Luz libre entre apoyos igual o mayor de 10 m y menor de 20 m	14 días	7 días
Luz libre entre apoyos mayor de 20 m	21 días	14 días
Losas armadas en una dirección:		
- Luz libre entre apoyos menor de 3 m	4 días	3 días
- Luz libre entre apoyos igual o mayor de 10 m y menor de 20 m	7 días	4 días
- Luz libre entre apoyos mayor de 20 m	10 días	7 días
Sistemas de losas armadas en dos (2) direcciones	El plazo mínimo para desapuntalar depende del momento en que la estructura pueda ser reapuntalada. Dicho reapuntalamiento debe ser colocado inmediatamente después de finalizar la operación de desapuntalamiento.	
Sistemas de losas pretensadas con armaduras pos tesadas	Tan pronto se aplique el pos tesado total a las armaduras	

Fuente: Norma NB 1225001

5. Vaciados a Bajas Temperaturas

A temperaturas por debajo de los -10°C el hormigón normalmente no endurece, motivo por el cual se debe guardar una temperatura mínima en el hormigón vaciado.

Con temperaturas de aire entre 5°C y -3°C , la temperatura del hormigón no debe ser inferior a 5°C .. como regla general, se prohíbe la preparación y vaciado de hormigón para temperaturas de aire inferior a -3°C .

En caso de periodos de heladas continuas el contratista tomará las medidas más apropiadas para proteger el hormigón contra estos efectos negativos.

Las excepciones a estas restricciones deben ser aprobadas por la Supervisión de YPFB TR. mediante la presentación de procedimientos o instructivos especiales diferentes al presente.

6. Recubrimientos

Se deberá verificar que se respeten los recubrimientos mínimos establecidos por la norma NB 1225001 (Numeral 7.7) y/o los planos de detalle (lo que resulte más conservador).

Para tal efecto, se deberá disponer de “galletas” de mortero, las cuales deben fabricarse con la misma resistencia del hormigón a colocar.

7. Fabricación de Armaduras


Las barras se cortarán y doblarán ajustándose estrictamente a las dimensiones y formas indicadas en las planillas de fierros, las mismas que deberán ser verificadas por la Supervisión de YPFB TR. antes de su utilización.

El doblado de las barras se realizará en frío mediante equipo adecuado, sin golpes ni choques, quedando prohibido el corte y doblado en caliente.

Las barras de fierro que fueron dobladas no podrán ser enderezadas, ni podrán ser utilizadas nuevamente sin antes eliminar la zona doblada.

El radio mínimo de doblado, salvo indicación contraria en las planillas de fierro será:

- Acero 2400 kg/cm² (fatiga de fluencia): 10 veces el diámetro
- Acero 4200 kg/cm² (fatiga de fluencia): 13 veces el diámetro
- Acero 5000 kg/cm² o más (fatiga de fluencia): 15 veces el diámetro

 <p style="text-align: center;">ANEXO N° 7</p> <p style="text-align: center;">LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN</p> <p style="text-align: center;">Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas</p>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 12/ 14

La tendencia a la rectificación de las barras con curvatura dispuesta en zona de tracción, será evitada mediante estribos adicionales convenientemente dispuestos.

Antes de proceder al colocado de las armaduras en los encofrados, se limpiarán adecuadamente, librándolas de polvo, barro, pinturas y todo aquello capaz de disminuir la adherencia.

Si en el momento de colocar el hormigón existieran barras con mortero u hormigón endurecido, éstos se deberán eliminar completamente.

Todas las armaduras se colocarán en los diámetros y en las posiciones precisas señaladas en el diseño.

Las barras de la armadura principal se vincularán firmemente con los estribos.

Para sostener y para que las armaduras tengan el recubrimiento respectivo se emplearán soportes de mortero de cemento con ataduras metálicas (galletas) que se fabricarán con la debida anticipación, quedando terminantemente prohibido el empleo de piedras como separadores. Las mencionadas galletas deben elaborarse con la misma resistencia del hormigón a aplicar.

La armadura superior de las losas se asegurará adecuadamente, para lo cual el ejecutor tendrá la obligación de construir caballetes en un número conveniente pero no menor a 4 piezas por m².

La armadura de los muros se mantendrá en su posición mediante fierros especiales en forma de S, en un número adecuado, pero no menor a 4 por m², los cuales deberán agarrar las barras externas de ambos lados.

Todos los cruces de barras deberán atarse en forma adecuada.

En lo posible no se realizarán empalmes en barras sometidas a tracción.

Si fuera absolutamente necesario efectuar empalmes, éstos se ubicarán en aquellos lugares donde las barras tengan menores solicitaciones (puntos de momento nulos).

En una misma sección de un elemento estructural solo podrá aceptarse un empalme cada cinco barras.

La resistencia del empalme deberá ser como mínimo igual a la resistencia que tiene la barra.

Se realizarán empalmes por superposición de acuerdo al siguiente detalle:

- Los extremos de las barras se colocarán en contacto directo en toda su longitud de empalme, los que podrán ser rectos o con ganchos de acuerdo a lo especificado en los planos, no admitiéndose dichos ganchos en armaduras sometidas a compresión.
- En toda la longitud del empalme se colocarán armaduras transversales suplementarias para mejorar las condiciones del empalme.
- Los empalmes mediante soldadura eléctrica, solo serán autorizados cuando el ejecutor demuestre satisfactoriamente mediante ensayos, que el acero a soldar reúne las características necesarias y su resistencia no se vea disminuida, debiendo recabar una autorización de parte de la Supervisión de YPFB TR.

8. Hormigón Armado (H° A°)


El hormigón armado es utilizado en elementos estructurales (fundaciones, pilotes, columnas, vigas, etc.) necesarios para el mantenimiento y/o protección de los ductos e instalaciones de YPFB TR.

Todas las estructuras de hormigón armado, deberán ser preparadas de acuerdo con las dosificaciones y resistencias establecidas en los planos de detalle, especificaciones incluidas en el Documento Base de Licitación y en estricta sujeción con las exigencias y requisitos establecidos en la NB 1225001

9. Hormigón Ciclópeo

Este tipo de hormigón se aplica para la construcción de muros de contención de hormigón ciclópeo con un porcentaje de piedra desplazadora, también se utiliza para el vaciado de soportes de cañería tipo “Y” o “H”, o en algún elemento estructural que así lo requiera.

Los porcentajes a utilizarse de piedra desplazadora (el cual referencialmente se puede indicar que oscila entre el 40% al 50%), de hormigón simple, así como la dosificación y resistencia del hormigón, serán

 <div style="text-align: center;"> ANEXO N° 7 LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN Documento al que pertenece : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas </div>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 13/ 14

aquellos que se encuentren establecidos en los planos aprobados para construcción, memorias de cálculo, especificaciones técnicas del proyecto y/o instrucciones de la Supervisión de YPFB TR.

9.1 Preparación

Este tipo de Hormigón puede ser vaciado directamente sobre excavaciones preparadas exclusivamente para este efecto o también se puede vaciar sobre un encofrado de madera.

Para el caso de vaciarse sobre una excavación, esta debe estar libre de basura, troncos, raíces, tierra suelta, etc.

En caso de que no se especifique en planos ni en las especificaciones técnicas del proyecto o trabajo a realizar, la mezcla de hormigón a utilizarse tendrá una dosificación de 1:2:3 en volumen.

Las piedras a utilizar serán del tipo de canto rodado, piedra manzana, o piedra bolón. El tamaño de las piedras no deberá exceder los 30 cm de diámetro y entrarán en una proporción como máximo del 50% del total a ser vaciado. Las piedras deberán estar bien lavadas y húmedas al momento de colocarlas.

Teniendo la excavación libre de basura, se procederá a compactar el suelo de fundación con compactadores tipo saltarín u otro aprobado por la Supervisión de YPFB TR., siempre tendiendo el cuidado de tomar las medidas necesarias para evitar el deslizamiento de taludes.

A continuación de vaciará sobre el suelo compactado una capa de 10 cm de hormigón como mínimo, una vez distribuida uniformemente ésta, se procederá a colocar una capa de piedras, previamente mojadas para permitir una mejor adherencia con el cemento; una vez completada toda la capa de piedra, inmediatamente se procederá a vaciar otra capa de hormigón sobre las piedras, se tendrá el cuidado de llenar todos los posibles orificios entre las mismas.

Se repetirá la operación hasta llenar completamente la excavación o encofrado.

De preferencia y sobre todo en estructuras de importancia, se utilizará vibrador de inmersión tipo aguja para asegurar la penetración del hormigón entre los espacios dejados por las piedras, en el caso de estructuras secundarias se podrá compactar el hormigón mediante barretas o varillas de fierro.

La remoción de los encofrados laterales se podrá realizar a partir de las cuarenta y ocho horas de haberse efectuado el vaciado.

10. Hormigón Simple (H° S°)

Este tipo de hormigón deberá cumplir las mismas exigencias que para el hormigón armado en cuanto a materiales (excepto el acero), dosificación, modo de preparación, ensayos previos, durante y posteriores a los vaciados, encofrados, etc.

Se empleará en las obras que así lo requieran, como ser para el vaciado de ciertos soportes, contrapisos, ciertas reparaciones y donde se requiera de acuerdo a especificaciones y planos de detalle.

11. Lastrado de cañería

El lastrado de cañería es la instalación sobre esta de un revestimiento de hormigón armado.

11.1 Clasificación


11.1.1. Lastre Simple

Aplica sobre todo para reforzar la protección mecánica del ducto ante cualquier acción no controlada realizada por terceros, se usa generalmente en cruce de caminos, carreteras, quebradas, canales y otras obras menores.

Para este caso las dimensiones del lastre vienen ya determinadas de acuerdo a planos típicos de YPFB TR. conforme a los diámetros de los ductos.

11.1.2. Lastre en cruces especiales

Referido al cruce que realiza el ducto, ya sea de ríos, zonas pantanosas, curiches, zonas de inundación, etc., en donde no solamente se debe considerar el lastre como el medio de protección mecánica del ducto, sino que también se debe verificar que el peso que genera el lastre evite el efecto de flotabilidad del

 <p style="text-align: center;">ANEXO N° 7</p> <p style="text-align: center;">LINEAMIENTOS PARA LA PREPARACIÓN DE HORMIGÓN</p> <p style="text-align: center;">Documento al que pertenece: : ITM.022 Trabajos de Mantenimiento de Líneas</p>		
Revisión 0	Vigente desde: 27.11.2025	Página: 14/ 14

ducto, para lo cual, es primordial que se realice el estudio de suelos de cada sector específico y en función de estos datos el especialista determine el peso mínimo que deben generar los lastres por metro lineal de cañería para eliminar el efecto de flotación.

En el caso de ríos este estudio debe permitir al especialista determinar la profundidad mínima a la cual debe ser instalado el ducto a fin de que éste no sea afectado por la fuerza de empuje de las corrientes de agua del río.

3.12.2. Consideraciones especiales para lastrados

Tanto para los lastres simples y sobre todo para los cruces especiales, la forma geométrica de los lastres debe de ser cilíndrica, ya que ello otorga al lastre mayor flexibilidad en su transporte y reduce las posibilidades de desmoche, grietas o daños mayores.

Antes de proceder a los trabajos de lastrado de la cañería se debe inspeccionar el estado del revestimiento del ducto mediante el Holiday detector; la calibración de este equipo para la inspección debe estar de acuerdo a la ficha técnica del revestimiento del ducto.

Para el caso en que se haya usado acelerante de fraguado en las proporciones recomendadas por el respectivo fabricante, el encofrado podrá ser retirado después de 8 horas del vaciado.

Para el caso en que no se use ningún tipo de aditivo, el encofrado podrá ser retirado recién después de 30 horas de fraguado.

El retiro del encofrado no significa que se puede mover el hormigón o lastre, se recomienda mover el hormigón o lastre después de 7 días si no se ha usado ningún acelerante para su endurecimiento y en el caso de haberlo hecho, se recomienda mover el hormigón o lastre después de los 3 días después de realizado el vaciado.

12. Interrupción del proceso de hormigonado

En caso de que el proceso de hormigonado tuviera que ser interrumpido temporalmente y, en consecuencia, el hormigón vaciado se hubiera endurecido, la superficie de la capa deberá escarificarse y limpiarse de toda partícula suelta de los ingredientes del hormigón o materias extrañas antes de comenzar con el próximo vaciado.

Previo al reinicio del vaciado sobre hormigón endurecido, se deberá aplicar un puente de adherencia aprobado por la Supervisión de YPFB TR.

No se aceptará en ningún caso la interrupción de un vaciado para cimentación de equipos sometidos a vibración, tales como unidades de bombeo, de compresión y otros de similar importancia.

13. Medición

El hormigón se medirá en metros cúbicos, tomando en cuenta únicamente los volúmenes netos del trabajo ejecutado y aprobado por el Supervisor de YPFB TR.