

## CAPITULO 500

### E S T R U C T U R A S

---

#### SECCION 501. PILOTES Y TABLESTACAS

**501-1. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la fabricación, suministro, hincado u hormigonado, en el lugar, de pilotes o tablestacas, de acuerdo con las presentes especificaciones y los detalles señalados en los planos y disposiciones especiales.

El Contratista deberá proporcionar y entregar en la obra todos los pilotes y tablestacas que sean requeridos incluyendo los pilotes de prueba.

Los pilotes y tablestacas serán de madera, hormigón o acero, según lo estipulado en el contrato. Los pilotes de hormigón podrán prefabricarse, o ser hormigonados in situ, dentro de cascos o tubería de acero, de acuerdo con lo estipulado en los planos.

**501-2. Materiales.-** Los materiales para pilotes satisfarán las exigencias previstas en la Sección 825.

**501-3. Equipo.-** El Contratista deberá dedicar a estos trabajos todo el equipo adecuado, necesario para la debida y oportuna ejecución de aquellos. El equipo deberá contar con la aprobación del Fiscalizador, antes de utilizarse en la obra, y deberá mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento.

Los pilotes podrán hincarse con martinets a vapor, a aire comprimido, a diesel, o una combinación de chorros de agua con martinets. Para el hincado de pilotes de hormigón prefabricado, se preferirá la combinación de chorros de agua y martinets. Podrán emplearse martinets a gravedad, para el hincado de pilotes de madera o de acero estructural, solamente cuando esté explícitamente autorizado por las disposiciones especiales del contrato.

Los martinets a vapor, aire o diesel, deberán desarrollar la energía suficiente para hincar los pilotes a un régimen de penetración mínimo de 3 milímetros por golpe, después de haberse logrado el valor soportante requerido. La energía total desarrollada por el martinete no será menor de 1000 kilogramos-metro por golpe.

La planta y el equipo para martinets a vapor o a aire, deberán tener una capacidad suficiente para mantener durante el trabajo la presión del martillo especificada por su fabricante. La caldera o el tanque de presión estarán equipados con un manómetro de presión exacto.

Los martinetes a gravedad para el hincado de pilotes de madera, tendrán un peso mínimo de 900 kilogramos y se recomienda el de 1360 kilogramos; para pilotes de acero, el peso mínimo será de 1360 kilogramos. En ningún caso el peso del martinete será inferior a la suma del peso del pilote más su cabeza de hincado. La caída estará regulada en forma que se eviten daños al pilote, y no excederá de 4.5 metros.

Durante el hincado, se sostendrá al pilote en su debida ubicación y alineación, por medio de guías de hincar adecuadas. Las guías se construirán en tal forma que den libertad para el movimiento del martillo, y se mantendrán en su posición mediante tensores o refuerzos rígidos, para asegurar el apoyo satisfactorio del pilote. Estas serán adaptables al hincado de pilotes inclinados, y de tal longitud que sea innecesario el uso de un embutidor, excepto en casos especiales. La utilización de un embutidor, en cualquier caso, requerirá de la autorización por escrito del Fiscalizador.

Cuando se utilicen chorros de agua, el número de chorros, el volumen y presión del agua en el pitón del chorro serán los necesarios para erosionar el material adyacente al pilote. El equipo tendrá la capacidad suficiente para proporcionar en todo momento una presión mínima de 7 kilogramos por centímetro cuadrado, en dos pitones de 1.9 centímetros (3/4 de pulgada de diámetro). Antes de alcanzar la penetración requerida se deberá retirar los chorros para que la última parte del hincado sea efectuado utilizando únicamente un martinete.

#### **501-4. Procedimiento de Trabajo.**

**501-4.01. Preparación para el hincado.-** Los pilotes serán hincados una vez que se encuentre terminada la excavación hasta el nivel de cimentación, de acuerdo a lo estipulado en la Sección 307 de las presentes especificaciones. No se hincarán los pilotes prefabricados de hormigón hasta que haya transcurrido al menos 14 días desde su hormigonado.

Los topes de los pilotes de hormigón y de madera serán protegidos por cabezas de hincado, con diseño aprobado; preferiblemente llevarán un cojín de cuerda, o un acolchonamiento contiguo al tope del pilote, sobre el cual se colocará un bloque amortiguador de madera. En el caso de que el área de la cabeza de cualquier pilote de madera sea mayor que la de la cara del martinete, utilizará un tope adecuado que distribuya el golpe del martinete en toda la sección transversal del pilote.

Los pilotes de madera serán protegidos adecuadamente contra hendiduras o astillamientos, envolviendo el extremo superior con anillos o bandas de metal. Cuando sea necesario, los pilotes de madera serán calzados con azuches cuyo diseño haya sido aprobado por el Fiscalizador; para tipos especiales de pilotes será necesario proveer de mandriles u otros dispositivos, de acuerdo a las instrucciones del fabricante, para asegurar que el pilote pueda ser hincado sin

daño alguno.

**501-4.02. Hincado.-** Todos los pilotes se hincarán de acuerdo con lo indicado en los documentos contractuales y según lo ordene el Fiscalizador. Deberán ser hincados de manera que no sean dañados ni exceda de las tolerancias permisibles previstas en el numeral 501-5.02.

En el caso de no alcanzar la penetración requerida con un martinete que cumpla las especificaciones mínimas de la subsección 501-3, el Contratista, por su propia cuenta y sin costo adicional, proveerá un martinete más pesado; utilizará un chorro de agua a presión o, con la aprobación del Fiscalizador, recurrirá al precavado de un pozo de diámetro no mayor que el diámetro mínimo del pilote, en el cual se hincará el pilote hasta alcanzar la penetración y el valor soportante exigidos. No se empleará el chorro de agua en lugares donde, a juicio del Fiscalizador, tal uso pueda poner en peligro la estabilidad de terraplenes u otras partes de la obra.

Durante el hincado, los pilotes no serán sometidos a esfuerzos excesivos o indebidos, que produzcan trituración o quebrantamiento del hormigón, astillamiento o aplastamiento de la madera, o deformaciones en el acero.

Todo pilote dañado en las operaciones de hincado por defectos internos, o hincado inadecuado, o desplazamiento de su ubicación correspondiente, o hincado a una cota que varíe en forma significativa de la cota fijada en los planos, deberá ser corregido por el Contratista sin pago adicional, mediante uno de los procedimientos que a continuación se indica y que cuente con la aprobación del Fiscalizador.

- a) Se sacará el pilote y se lo reemplazará por uno nuevo, si fuere necesario más largo.
- b) Se hincará un segundo pilote adyacente al pilote defectuoso o corto.
- c) Se empalmará o aumentará la longitud del pilote de acuerdo a lo especificado en el numeral 501-4.04.2, o se ampliarán las dimensiones de la zapata o cabezal, para cubrir el pilote.

Todo pilote que resulte alzado por efecto del hincado de un pilote contiguo o por cualquier otra razón, se lo hincará de nuevo.

**501-4.03. Valor soportante y penetración.-** La capacidad soportante de los pilotes hincados se determinará, por lo general, en base a las fórmulas que a continuación se presentan. Cuando así se estipule en las disposiciones especiales o en los planos, se determinará o comprobará dicha capacidad mediante pruebas de carga efectuadas de acuerdo a lo indicado en el numeral 501-5.1.

$$P = f(W.H;0.06 [ S + 2.54 ])$$

Para hincado con martinetes a gravedad

$$P = f(E;0.06 [ S + 0.25 ])$$

Para hincado con martinetes de acción simple o doble, a vapor o aire comprimido o a diesel.

Donde:

- P = Valor soportante del pilote, en kilogramos.  
 W = Peso del martillo en kilogramos.  
 H = Altura de caída, en metros.  
 S = Penetración promedio, en centímetros, por golpe, para los últimos 5 a 10 golpes del martinete a gravedad, y para los últimos 10 a 20 golpes del martinete a vapor, aire comprimido o a diesel.  
 E = Energía, en kilogramos-metro, desarrollada por los martinetes a vapor, aire o diesel, dada por el fabricante.

Las fórmulas anteriores son aplicables únicamente cuando:

- El martinete tenga caída libre;
- El tope del pilote no esté aplastado o dañado de cualquier modo;
- La penetración sea razonablemente rápida y uniforme;
- No haya un rebote significativo después del golpe;
- No se use un embutidor para el hincado;
- El peso del pilote no exceda al del martillo, cuando se usa un martinete a gravedad.

Se determinará el valor de H en las fórmulas, restando dos veces la altura de rebote.

El hincado de cada pilote se lo hará hasta que se logre el valor soportante señalado en los planos o en las disposiciones especiales. De no estar indicado este valor, deberán hincarse los pilotes de hormigón o de acero de cualquier tipo, hasta lograr una capacidad soportante de 40 toneladas métricas.

Los pilotes de madera se hincarán hasta alcanzar un valor mínimo de 20 toneladas métricas, de no estar señalado otro valor en los documentos contractuales.

Si se usan chorros de agua para el hincado, el cálculo del valor soportante se hará cuando se hayan retirado los chorros de agua.

#### **501-4.04. Corte y Extensión.**

**501-4.04.1.Corte.-** Los pilotes se cortarán al nivel de las cotas indicadas en los planos y, para los pilotes de madera o acero estructural, se instalarán dispositivos de anclaje, cuando así se disponga en los planos.

Los pilotes de madera serán cortados en un plano perfecto, como se indique en los planos. Los topes de los pilotes de madera sobre los que se asienten los cabezales de madera, se aserrarán en tal forma que coincida su plano con el de la estructura superpuesta. Los empalmes en pilotes de madera no se permitirán, a menos que sean autorizados por escrito por el Fiscalizador. Los recortes de los pilotes de hormigón y acero se realizarán en ángulo recto con respecto al eje del pilote. Cualquier pilote dañado, debido al corte, será corregido o reemplazado por el Contratista, a su costo.

Los pilotes prefabricados de hormigón podrán construirse con la longitud total prevista, siempre que después del hincado se remueva cuidadosamente el hormigón en la sección que quedará dentro del cabezal. Cuando se requiera de espigas, estas se sujetarán con una lechada de cemento puro, en agujeros perforados o moldeados, a elección del Contratista. Cualquier perforación deberá hacerse sin dañar el hormigón o el acero de refuerzo del pilote.

**501-4.04.2.Extensión.-** Si fuera necesario aumentar la longitud de un pilote prefabricado de hormigón, deberá construirse la extensión con las mismas dimensiones y los mismos materiales del pilote original.

Una vez hincado el pilote, primero se removerá el hormigón de la cabeza del pilote hasta tener una longitud expuesta de acero de refuerzo igual a 40 diámetros; se dejará una cara final de hormigón, perpendicular al eje del pilote. Los empalmes realizados deberán cumplir con los requerimientos del numeral 504-3.02.3 de las presentes especificaciones.

Se colocará el encofrado necesario para construir la extensión, cuidando que no existan filtraciones antes del nuevo hormigonado. La cara final del pilote será humedecida y cubierta con una fina capa de cemento puro u otro material ligante.

Los encofrados se retirarán no antes de los 7 días del hormigonado.

Todo el trabajo relacionado con la colocación de espigas se efectuará de acuerdo a los detalles señalados en los planos e indicados por el Fiscalizador.

Cuando se requiera aumentar la longitud de un pilote de acero estructura, el empalme será por soldadura a tope en toda la sección, empleando el método del arco eléctrico u otro método aprobado por el Fiscalizador y especialistas plenamente capacitados.

Los pilotes de madera no se empalmarán, a no ser que se especifique lo

contrario.

## **501-5. Ensayos y Tolerancias.**

**501-5.01. Ensayos.-** Cuando se lleven a cabo los ensayos de prueba de carga o de hincado de pilotes de prueba, deberán realizarse de acuerdo a lo previsto a continuación:

**501-5.01.1.Pilotes de prueba.-** Cuando se le indique al Contratista, este deberá hincar pilotes de prueba en las ubicaciones señaladas en los planos o designadas por el Fiscalizador, de acuerdo con lo previsto en estas especificaciones y los demás documentos contractuales. El Contratista podrá, a su elección, hincar pilotes de prueba para determinar las longitudes necesarias de los pilotes de cualquier cimentación sobre pilotes.

Estos pilotes serán del tipo y dimensiones establecidos en los planos, y deberán ser hincados con el mismo equipo que se utilizará en el hincado de los demás pilotes. El hincado se efectuará hasta lograr el valor soportante o la penetración especificados en los documentos contractuales o indicados por el Fiscalizador.

Los pilotes de prueba requeridos deberán hincarse y cortarse de manera tal que puedan incorporarse en la estructura respectiva. Los que fueran hincados a elección del Contratista podrán ser incorporados en la estructura, siempre que cumplan con todos los requisitos correspondientes. Los pilotes de prueba que no se incorporan a la estructura se removerán o demolerán hasta 60 centímetros por debajo de la superficie del terreno adyacente; el hueco se rellenará con suelo u otro material adecuado.

Cuando así esté estipulado en los documentos contractuales u ordene el Fiscalizador, se llevará a cabo ensayos de carga en los pilotes de prueba, de acuerdo con los requerimientos del acápite que sigue.

**501-5.01.2.Ensayos de carga.-** Cuando los documentos contractuales lo establezcan, se efectuarán ensayos de carga de los pilotes señalados de acuerdo con estas especificaciones. Salvo que el Fiscalizador autorice otro procedimiento, los ensayos de carga estipulados en los documentos contractuales se efectuarán antes de comenzar el hincado o vaciado de los demás pilotes.

Cuando el ensayo se realice con la utilización de pilotes de tracción o anclaje, estos pilotes serán del mismo tipo y dimensiones de los demás pilotes, y se hincarán en las ubicaciones señaladas para los pilotes permanentes de la estructura.

Los ensayos de carga se realizarán por los métodos aprobados por el Fiscalizador, y el Contratista presentará, para su aprobación, planos de detalle del aparato de carga a utilizarse. Dicho aparato estará construido para permitir

los distintos aumentos de carga en forma gradual, sin producir vibración en los pilotes que están ensayándose. En los pilotes hormigonados en sitio, la carga de ensayo no se aplicará hasta que el hormigón haya obtenido la resistencia a la compresión especificada a los 28 días.

En general, los ensayos de carga se realizarán aplicando la carga de prueba sobre una plataforma soportada por el pilote, utilizando un método aprobado por el Fiscalizador.

El ausencia de lo anterior, se podrán usar gatos hidráulicos con contra-anclaje y manómetros aprobados por el Fiscalizador.

El Contratista suministrará dispositivos adecuados para determinar con exactitud la carga sobre el pilote y el asentamiento que se produzca en cada incremento de carga. La capacidad de trabajo de dichos dispositivos será tres veces mayor que la carga de diseño de los pilotes indicada en los planos.

Los asentamientos del pilote sometidos a prueba de carga se medirán con calibradores y se verificarán por medio de un nivel óptico; las mediciones se efectuará inmediatamente después de la aplicación de cada aumento de carga, y luego con intervalos de 15 minutos.

La primera carga a aplicarse en el pilote será la de diseño, indicada en los planos, y luego se incrementará la carga con intervalos mínimos de 2 horas. No se aumentará la carga si en un intervalo de 15 minutos se ha observado un asentamiento mayor de 0.15 milímetros. El valor de los incrementos de carga será igual a la tercera parte de la carga de diseño, y los aumentos de carga se realizarán hasta que la carga total sea dos veces la carga de diseño del pilote. La carga total deberá permanecer en el pilote de ensayo por lo menos por 60 horas; luego se la retirará completamente y se hará la lectura del asentamiento permanente.

Se considerará que la capacidad soportante del pilote ensayado es igual al 50 por ciento de la carga aplicada en forma continua durante 60 horas, cuando no se haya producido en el pilote un asentamiento mayor de 6 milímetros, medidos en el tope del pilote.

Después de terminados los ensayos de carga, se incorporarán a la estructura los pilotes ensayados y los de tracción que existieren, siempre y cuando el Fiscalizador considere que son aceptables. En caso de que se encuentre inaceptable cualquiera de estos pilotes, este no será utilizado en la estructura, y el Contratista, sin pago adicional, tendrá que removerlo, o demolerlo hasta un nivel de al menos 60 centímetros por debajo de la superficie del terreno adyacente.

**501-5.02. Tolerancias.-** La variación de la posición final del tope de cada pilote con relación a la señalada en los planos, y la variación de la verticalidad o

inclinación requerida, no deberán exceder de las tolerancias indicadas en la Tabla 501-5.1.

**Tabla 501-5.1.**

	Variación de la Posición del Tope	Variación del Alineamiento
Pilotes de madera, prefabricados de hormigón y hormigonados en sitio.	8 cm.	2 cm./metro
Pilotes de acero estructural y de cascos o tubería de acero	5 cm.	1 cm./metro

#### **501-6. Clases de Pilotes.**

##### **501-6.01. Pilotes de madera.-**

**501-6.01.1.Descripción.-** El Contratista proporcionará e hincará todos los pilotes, incluyendo los pilotes de prueba, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y de lo ordenado por el Fiscalizador.

**501-6.01.2.Materiales.-** Los materiales para pilotes de madera satisfarán las exigencias y requerimientos previstos en la subsección 825-2.

**501-6.01.3.Equipo.-** El equipo por utilizarse en el hincado de pilotes de madera satisfarán las exigencias previstas en la subsección 501-3.

**501-6.01.4.Procedimiento de trabajo.-** Los procedimientos de trabajo se conformarán con lo estipulado en la subsección 501-4. y con lo que a continuación se anota:

Todos los pilotes de madera serán aprobados por el Fiscalizador; cualquier pilote rechazado por el se retirará del sitio de la obra y reemplazará por el Contratista a su costo.

Los topes o cabezas de los pilotes de madera que no vayan empotrados en hormigón, ya sea de madera con tratamiento de preservación o sin tratar, se someterán al tratamiento indicado a continuación

La superficie aserrada recibirá 3 aplicaciones a brocha de aceite de creosota



caliente y luego será recubierta con una mano de brea caliente. Sobre ella se colocará una chapa de hierro galvanizado, la cual rebasará el tope del pilote en toda su circunferencia, en una longitud de por lo menos 15 centímetros, y será doblada hacia abajo sobre el borde del pilote.

Todos los orificios y cortes practicados en pilotes tratados o no, se revestirán con por lo menos 3 manos de aceite de creosota caliente y una mano de brea caliente. Los pilotes de madera irán desprovistos de su corteza en la longitud destinada a quedar hincada en el terreno, y la mantendrán en las partes que permanezcan fuera, especialmente en las que quedarán sumergidas en el agua, a no ser que se especifique otra cosa.

A menos que en los documentos contractuales o el Fiscalizador especifique otra cosa, los pilotes no se someterán a ningún tratamiento preservativo contra la pudrición de la madera, excepto en la zona cerrada de la punta; la cual deberá protegerse con dos manos de aceite de creosota caliente. La punta irá protegida por un azuche de la forma y dimensiones que se señalen en los planos.

Los pilotes de madera serán almacenados y manipulados con todo el cuidado, de tal forma de evitar cualquier daño en ellos. En los pilotes de madera, cuya superficie haya sido tratada, se considerará de carácter prohibitivo usar ganchos, garfios, o cualquier otra herramienta, que pueda dañar la superficie tratada..

**501-6.01.5.Ensayos y Tolerancias.-** Se determinarán de acuerdo con lo previsto en la subsección 501-5.

#### **501-6.02. Pilotes prefabricados de hormigón.**

**501-6.02.1.Descripción.-** Se considerarán en este grupo los pilotes prefabricados de hormigón armado y hormigón precomprimido. El Contratista suministrará e hincará todos los pilotes prefabricados requeridos, incluyendo los pilotes de prueba, de conformidad con lo estipulado en los documentos contractuales y de lo ordenado por el Fiscalizador.

**501-6.02.2.Materiales.-** Los materiales para pilotes prefabricados de hormigón satisfarán las exigencias y requerimientos previstos en la subsección 825-3.

**501-6.02.3.Equipo.-** El equipo por utilizarse para el hincado de pilotes satisfarán las exigencias previstas en la subsección 501-3.

**501-6.02.4.Procedimiento de trabajo.-** Los pilotes serán construidos de acuerdo con los detalles señalados en los planos, además de los requisitos correspondientes de las Secciones 503, 504, 801 y 807.

Cuando se especifiquen pilotes de hormigón precomprimido, se sujetará a lo

previsto en la Secciones 502 y 825. El Contratista entregará al Fiscalizador, antes de comenzar la fabricación de pilotes de hormigón precomprimido, dos

juegos de los planos de trabajo que complementen los planos del contrato.

Los pilotes prefabricados de hormigón se vaciarán en encofrados lisos e impermeables que permitan apisonar y consolidar el hormigón. Se los apoyará de forma tal que se evite su deformación durante las operaciones de hormigonado y curado. El curado se efectuará por el método de humedecimiento con agua a vapor, de conformidad con lo especificado en el numeral 503-4.03.

Los encofrados laterales podrán removerse pasadas las 24 horas de hormigonado, bajo condiciones climáticas buenas. Los pilotes no se moverán del sitio de su fabricación hasta que los ensayos de resistencia a la compresión indique un 80 por ciento de la resistencia especificada a los 28 días.

Los pilotes podrán fabricarse en posición vertical u horizontal. Se pondrá especial cuidado en el hormigonado, de tal forma de producir una adherencia satisfactoria con el acero de refuerzo y evitar la formación de panales u otros defectos.

Cada pilote será hormigonado en una operación continua, compactándolo por vibración o cualquier otro método aprobado por el Fiscalizador. Los encofrados se llenarán completamente de hormigón, enrasados, y la superficie superior será terminada con una textura uniforme, similar a la traducida por los encofrados.

El Contratista empleará para la remoción de encofrados, curado, almacenaje, transportación y manipuleo de pilotes prefabricados de hormigón, eslingas u otros dispositivos de diseño tal, que se evite la deformación del pilote, la rajadura o quebrantamiento del hormigón. Cualquier pilote dañado durante el manejo o hincado será reemplazado por el Contratista, a su propio costo.

**501-6.02.5.Ensayos y Tolerancias.-** Se determinarán de acuerdo a lo previsto en la subsección 501-5.

### **501-6.03. Pilotes hormigonados en sitio.**

**501-6.03.1Descripción.-** Los pilotes de hormigón vaciado en el lugar podrán ser de uno de los siguientes tipos:

- a) Pozos perforados y rellenados con hormigón.
- b) Tubos o cascos de acero hincados y rellenados con hormigón.

**501-6.03.2.Materiales.-** Los materiales para pilotes hormigonados en sitio satisfarán las exigencias y requerimientos previstos en las subsecciones 825-3 y

825-4.

**501-6.03.3.Equipo.-** El equipo por utilizarse para el hincado de pilotes satisfarán las exigencias previstas en la subsección 501-3.

**501-6.03.4.Procedimiento de trabajo.-** Los cascos o tubos para pilotes de hormigón moldeados en el lugar, serán hincados de acuerdo a lo indicado en los planos, o lo ordenado por el Fiscalizador, dentro de las tolerancias que se indican en la subsección 501-5.

El Contratista deberá contar con el equipo adecuado para inspeccionar las perforaciones, cuando así lo requiera el Fiscalizador. En cualquier perforación, si menos de la mitad del pozo es visible por inspección ocular desde la superficie del terreno, tal perforación será rechazada por ser demasiado desviada.

El acero de refuerzo será colocado en concordancia con los planos o las especificaciones especiales.

Ningún pilote será hormigonado hasta que todas las perforaciones, en un radio de 4.50 metros, hayan sido completadas, y hasta que todos los cascos o tubos de acero hayan sido hincados si esto no fuera posible, todas las operaciones de hincado, dentro de los límites arriba indicados, serán suspendidas hasta 7 días después del hormigonado del último pilote. La acumulación de agua en los tubos o cascos será eliminado antes del vaciado del hormigón.

**501-6.03.5.Ensayos y Tolerancias.-** Se determinarán de acuerdo a lo previsto en la subsección 501-5.

#### **501-6.04. Pilotes de acero**

**501-6.04.1.Descripción.-** El Contratista suministrará e hincará todos los pilotes de acero estructural requeridos, incluyendo los pilotes de prueba, de conformidad con los requerimientos de los documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

**501-6.04.2.Materiales.-** Los materiales para los pilotes de acero satisfarán las exigencias y requerimientos previstos en la subsección 825-5.

**501-6.04.3.Equipo.-** El equipo por utilizarse en el hincado de pilotes satisfarán las exigencias previstas en la subsección 501-3.

**501-6.04.4.Procedimiento de trabajo.-** Los procedimientos de trabajo se conformarán con lo estipulado en la subsección 501-4.

Cuando la longitud de un pilote de acero estructural sea insuficiente para obtener el valor soporte o la penetración indicados en los planos, se empalmarán con una sección de pilote de las mismas características. El empalme será por

soldadura a tope en toda la sección, empleando el método del arco eléctrico u otro método aprobado por el Fiscalizador y especialistas plenamente capacitados.

Cuando los pilotes de acero se extiendan sobre la superficie del terreno o agua, serán protegidos aplicando 3 manos de pintura, de acuerdo a lo indicado en la Sección 507. La capa de pintura se extenderá 60 centímetros sobre la superficie del terreno o agua.

**501-6.04.5.Ensayos y Tolerancias.-** Se determinarán de acuerdo a lo previsto en la subsección 501-5.

#### **501-7. Tablestacas.**

**501-7.01. Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e hincado de tablestacas de madera, hormigón de acero estructural que formarán parte de la estructura terminada.

**501-7.02. Equipo.-** El equipo usado para el hincado de tablestacas satisfará las exigencias previstas en la subsección 501-3.

**501-7.03. Procedimiento de trabajo.-** Se dispondrá de guías para las tablestacas, consistente en una doble fila de tablones, o piezas de madera de mayor sección, colocadas a poca altura del suelo, de forma que el eje del hueco intermedio coincida con el de la pantalla de tablestacas por construir.

Esta doble fila de tablones estará sólidamente sujeta y apuntalada al terreno; la distancia entre sus caras interiores no excederá del espesor de la pared de la tablestaca en más de dos centímetros. Las cabezas de las tablestacas hincadas por percusión deberán estar protegidas por medio de adecuados sombreretes o sufrideras, para evitar su deformación por los golpes. El hincado de las tablestacas se continuará hasta alcanzar la penetración mínima en el terreno firme estipulado en los planos, o, en su defecto, señalada por el Fiscalizador.

#### **501-7.04. Tablestacas de Madera.**

**501-7.04.1.Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e hincado de tablestacas de madera, con o sin tratamiento de preservación, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

**501-7.04.2.Materiales.-** La madera usada en tablestacas será tratada en concordancia con lo especificado en la Sección 506, a no ser que se especifique otra cosa.

**501-7.04.3.Procedimiento de trabajo.-** Las tablestacas de madera se hincarán de acuerdo a lo especificado en la subsección 501-4 y en el numeral 501-7.03.

Las esquinas de las tablestacas estarán a escuadra y la madera usada no tendrá huecos producidos por gusanos, nudos o porciones defectuosas que puedan disminuir su resistencia o durabilidad.

Las tablestacas tendrán las dimensiones indicadas en los planos y serán cortadas de material sólido o ensambladas con 3 planchas firmemente aseguradas. Las tablestacas se colocarán una a continuación de otra, de tal forma que sus bordes se topen.

Los bordes de las tablestacas serán cortados en línea recta, de acuerdo a la elevación indicada, y trabadas entre si, usando cualquier dispositivo adecuado aprobado por el Fiscalizador.

#### **501-7.05. Tablestacas de Hormigón.**

**501-7.05.1.Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e hincado de tablestacas de hormigón, en los sitios indicados en los planos, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

**501-7.05.2.Materiales.-** Los materiales usados en tablestacas de hormigón satisfarán las exigencias de las Secciones 503, 504, 801 y 807 de las presentes especificaciones.

**501-7.05.3.Procedimiento de trabajo.-** En general, la construcción e instalación de tablestacas de hormigón se realizará de la misma forma que la indicada en la subsección 501-4 y en los numerales 501-6.02 y 501-7.03. para pilotes prefabricados de hormigón.

#### **501-7.06. Tablestacas de Acero Estructural.**

**501-7.06.1.Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e hincado de tablestacas de acero estructural, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

**501-7.06.2.Materiales.-** Las tablestacas metálicas serán perfiles laminados que satisfagan las exigencias de la Sección 823 de las presentes especificaciones.

**501-7.06.3.Procedimiento de trabajo.-** Las tablestacas de acero estructural serán del tipo y peso indicados en los planos o en las disposiciones especiales. Las tablestacas podrán hincarse de una en una o, preferiblemente, por parejas, previamente unidas. El hincado se lo hará de acuerdo a lo indicado en el numeral 501-7.03.

Terminado el hincado, se cortarán las tablestacas si es preciso, de manera que sus cabezas queden alineadas según el perfil definido en los planos. El corte de

las tablestacas a su longitud debida se efectuará por medio de sierra o soplete.

Las uniones de las tablestacas que formen parte de la estructura serán completamente impermeables.

Las tablestacas serán pintadas de acuerdo a los requerimientos de la Sección 507.

#### **501-8. Medición y Pago.**

**501-8.01. Medición-** Las cantidades a pagarse por pilotes de madera, acero estructural y prefabricados de hormigón, serán los metros lineales de pilotes entregados o fabricados en obra, en completa conformidad con los requerimientos contractuales, además del número de pilotes aceptablemente hincados, por unidad. La longitud medida será desde la punta hasta el plano de corte del pilote, incluyendo cualquier extensión aprobada.

La cantidad a pagarse por tablestacas, de hormigón, madera o acero será los metros cuadrados de tablestacas que formarán parte de la estructura, en completa conformidad con los requerimientos contractuales.

Los pilotes de prueba ordenados por el Fiscalizador se medirán para su pago conforme se indica en los párrafos anteriores. No se incluirán los pilotes de prueba que el Contratista hincó por su propia elección. Tampoco será medido el suministro de pilotes para reponer los pilotes que fueren dañados.

Los pilotes de hormigón vaciados en sitio, es decir, contruidos por hormigonado en huecos perforados, o en cascos o tuberías de acero previamente hincados, serán medidos para el pago, por metro lineal, desde la punta del pilote hasta el plano inferior del cabezal o zapata a que esté incorporado.

Las pruebas de carga ordenadas por el Fiscalizador serán medidas por unidad de cada prueba efectuada, de conformidad con las exigencias de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador.

No se medirán para el pago los empalmes de pilotes, ni las puntas especiales que puedan ser requeridas, ni cualquier refuerzo del pilote requerido para evitar que sea dañado o para aumentar la resistencia al hincado, ni las perforaciones, chorros de agua o cualquier otra providencia empleada para lograr la penetración exigida, considerándose que estos trabajos son compensados por los pagos efectuados para los rubros que se enumeran en el numeral siguiente.

**501-8.02. Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total para la fabricación, suministro, manejo, hincado y cortado de pilotes y tablestacas de madera, acero estructural y prefabricados de hormigón, además de la construcción de pilotes de hormigón vaciado en sitio, así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

El pago por las pruebas de carga constituirá la compensación total por materiales, herramientas, pilotes para plataformas, equipo, mano de obra y operaciones conexas en la debida realización de dichas pruebas.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
501 (1) Suministro de pilotes de madera sin tratamiento de preservación.....	Metro lineal (m)
501 (2) Suministro de pilotes de madera con tratamiento de preservación.....	Metro lineal (m)
501 (3) Suministro de tablestacado de madera sin tratamiento de preservación.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
501 (4) Suministro de tablestacado de madera con tratamiento de preservación.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
501 (5) Suministro de pilotes de acero estructural.....	Metro lineal (m)
501 (6) Suministro de tablestacado de acero estructural.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
501 (7) Suministro de pilotes prefabricados de hormigón.....	Metro lineal (m)
501 (8) Suministro de tablestacado de hormigón estructural.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
501 (9) Hincado de pilotes de madera.....	Metro lineal (m)
501 (10) Hincado de pilotes de acero estructural.....	Metro lineal (m)
501 (11) Hincado de pilotes prefabricados de hormigón.....	Metro lineal (m)
501 (12) Hincado de pilotes de prueba.....	Metro lineal (m)
501 (13) Hincado de tablestacas de madera.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
501 (14) Hincado de tablestacas de acero estructural.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
501 (15) Hincado de tablestacas de hormigón estructural.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
501 (16) Pilotes prebarrenados de hormigón vaciado en sitio.....	Metro lineal (m)
501 (17) Pilotes de hormigón en cascos o tubos de acero recuperables.....	Metro lineal (m)
501 (18) Pilotes de hormigón en cascos o tubos de acero no recuperables.....	Metro lineal (m)
501 (19) Pruebas de carga.....	Cada una

## SECCION 502. ESTRUCTURAS DE HORMIGON PRECOMPRIMIDO

**502-1. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de estructuras o elementos estructurales de hormigón precomprimido, de conformidad con los requerimientos de los documentos contractuales y las indicaciones del Fiscalizador.

Este trabajo incluirá la manufactura, transporte y manejo de vigas, losas, pilotes y otros elementos prefabricados de hormigón precomprimido, además del montaje de todos los elementos prefabricados, exceptuando aquellos pilotes hincados de acuerdo a lo previsto en la Sección 501.

Cuando el tensado del acero para la precompresión se efectúe antes del vaciado del hormigón, se denomina al material "hormigón pretensado", y cuando se lo efectúe después del hormigonado, se denomina "hormigón postensado".

Si en los planos se señala únicamente el pretensado del acero, se podrá usar cualquier sistema de pretensado especificado en todos sus detalles y que haya sido previamente aprobado por el Fiscalizador.

Antes del vaciado del hormigón de cualquier elemento estructural que deba ser tensado, el Contratista someterá a la aprobación del Fiscalizador los detalles completos sobre el método, los materiales y el equipo que se propone utilizar en las operaciones de tensado. Dichos detalles indicarán el sistema y la secuencia de tensado, las características del acero para el tensado, los dispositivos y las tensiones de anclaje y todos los datos correspondientes a la operación de tensado, incluyendo la disposición de las unidades de tensado para los distintos elementos.

**502-2. Materiales.-** Los materiales a emplearse para el hormigón precomprimido son: hormigón, lechada de cemento, acero de refuerzo, acero para la precompresión, ductos y anclajes, los cuales satisfarán los requerimientos señalados en este capítulo y en el Capítulo 800 de las presentes especificaciones, además de las exigencias previstas en los planos y las disposiciones especiales.

**502-3. Equipo.-** El Contratista o Fabricante deberá proveer todo el equipo necesario para la construcción y la precompresión de elementos estructurales, el mismo que será aprobado por el Fiscalizador.

Los equipos utilizados para la precompresión deberán estar equipados con medidores de presión o extensión.

El Contratista proveerá al Fiscalizador de un gráfico o tabla en la que se indiquen los resultados obtenidos de la calibración de los gatos hidráulicos e



indicadores de presión, de tal forma que la fuerza de precompresión pueda ser determinada exactamente.

#### **502-4. Procedimiento de Trabajo.**

**502-4.01. Asistencia Técnica.-** A menos que el Fiscalizador disponga otra cosa, el Contratista deberá disponer, durante el tiempo que dure la ejecución de la obra, de los servicios de un Técnico especializado en hormigón precomprimido, quien será responsable de proveer la asesoría e instrucciones necesarias para la debida utilización de los equipos y materiales, para asegurar la obtención de los resultados requeridos. No se pagará en forma directa por estos servicios.

**502-4.02. Hormigón de elementos precomprimidos.-** Los materiales para el hormigón y el mortero de cemento deberán satisfacer los requerimientos previstos en las Secciones 803 y 809.

El hormigón será dosificado, mezclado, curado y manipulado de acuerdo a lo previsto en la Sección 801. El hormigón será de la clase indicada en los planos o en las disposiciones especiales.

Cuando se indique en los planos el empleo de hormigón de cemento Portland, con agregados livianos para el hormigón precomprimido, estos deberán satisfacer los requerimientos previstos en la subsección 803-4.

El hormigón no se colocará en los encofrados hasta cuando el Fiscalizador dé su autorización por escrito, luego de haber inspeccionado la colocación del acero de refuerzo, ductos, anclajes y acero para la precompresión.

El vibrado del hormigón se lo realizará con cuidado de tal forma de evitar el desplazamiento del refuerzo, ductos, y acero para la precompresión.

Cuando se requiera de un proceso de curado rápido, se lo hará usando vapor a baja presión o radiaciones de calor.

El curado con vapor a baja presión o con radiaciones de calor de elementos de hormigón precomprimido se lo hará en cámara cerrada que permita la libre circulación del vapor o del calor.

La primera aplicación de vapor o calor se la realizará luego de dos a cuatro horas después del del último vaciado de hormigón, para permitir un fraguado inicial. En el caso de que se use retardantes. el tiempo de espera será de cuatro a seis horas.

Durante el período de espera, la temperatura dentro de la cámara de curado no será menor a 10 grados centígrados, y se podrá usar el vapor o las radiaciones de calor para mantener la cámara de curado a una temperatura mínima

apropiada.

Durante la aplicación inicial de vapor o radiaciones de calor, la temperatura ambiente dentro de la cámara de curado, deberá incrementarse a un promedio de

20 grados centígrados por hora hasta que la temperatura de curado sea alcanzada. La temperatura máxima de curado, dentro de la cámara, no excederá de 70 grados centígrados. Se mantendrá la cámara a temperatura máxima, hasta que hormigón haya alcanzado la resistencia deseada.

No se aplicará directamente el vapor sobre el encofrado. Las radiaciones de calor podrán aplicarse usando tubos por los cuales circule vapor, aceite o agua caliente, o con el uso de calentadores eléctricos.

El curado por radiaciones de calor se lo realizará en una cámara adecuada; la pérdida de humedad será minimizada cubriendo todas las superficies expuestas del hormigón con láminas plásticas o rociando membranas impermeables pigmentadas.

### **502.a Estructuras de hormigón pretensado**

**Descripción** Este ítem norma el suministro y erección de miembros prefabricados presforzados, en concordancia con planos aprobados.

El presfuerzo de los miembros prefabricados, deben ser definidos como contruidos por el proceso de pretensionamiento, es decir que el tensado del acero para la precompresión, se efectúa antes del vaciado del hormigón.

**Pretensado** Este ítem debe normar el suministro, fabricación, almacenamiento y manipuleo de materiales pretensados para la aplicación del presfuerzo a miembros prefabricados y otras unidades estructurales.

**Materiales** Los materiales deberán cumplir con los siguientes requerimientos:

- MOP.- 502 Estructura de Hormigón precomprimido.
- 503 Hormigón Estructural.
- 801 Hormigón de Cemento Portland.
- 803 Agregados para hormigón.
- 806 Materiales para Juntas.
- 504 y 807 Acero de Refuerzo.
- 505 Estructuras de Acero.
- 808 Acero para precompresión.
- 831 Epóxicos.

**Equipo de pretensado** Deberán estar acorde con las especificaciones de fabricación y el contratista deberá someter a la aprobación de la Fiscalización, los detalles completos del método, materiales y equipos propuestos para el uso de operaciones de pretensado. Estos detalles deberán describir el método y la

secuencia de tensado, las especificaciones y los detalles del acero de pretensado y demás accesorios necesarios en la conducción de las operaciones de pretensado.

Los gatos hidráulicos a emplear, deberán estar equipados de tal manera que se pueda tomar las lecturas de las fuerzas aplicadas o las elongaciones de los cables, ya sea por medio de un Dial de presión o dinamómetro o celda de carga.

El contratista tomará todas las medidas de seguridad necesarias, para evitar accidentes.

**Hormigón** El hormigón debe ser el que se indique en los planos. La fundición de elementos pretensados, se realiza en un banco de pretensados.

**Acero de presfuerzo** El acero de presfuerzo deberá estar conformado por uno de los siguientes tipos:

Cables de siete (7) alambres deberán regirse al ASTM A 416 y al Departamento de Especificaciones de Material D-9-4500; todas las barras estarán normadas por el ASTM A 722 y alambres de acero de acuerdo al ASTM A 421.

El contratista deberá suministrar a la Fiscalización, una copia de la certificación de fabricación de acuerdo a la forma D-9-SP-1.

- Tensados del acero para la Precompresión (MOP-502.4.05); consiste en realizar pruebas y obtener resultados del acero de presfuerzo sometido a la tensión.
- Programa de tensando (MOP-502-4.05.1).
- Operación de tensado (MOP 502-4-05.2).

Cables, barras y alambres, no producidos en concordancia con el ASTM A 722, ASTM A 416 y ASTM A 421, que cumplen o exceden las propiedades físicas de las especificaciones establecidas para los materiales; pueden ser utilizados.

Métodos apropiados deberán ser previstos para medir la elongación del acero.

Los elementos pretensados, serán sostenidos en su posición en forma precisa y tensados por medio de gatos hidráulicos. Se llevará un registro de esfuerzos y elongaciones producidas. Varias unidades estructurales pueden ser fabricadas en una sola línea. Se dejará suficiente espacio entre los extremos de las unidades para permitir el acceso y producir el corte de los cables luego que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para el destensado.

El destentado puede realizarse por medio de gatos hidráulicos o por corte de torones o por combinación de los dos, siguiendo una secuencia de corte que no permita alterar la resultante de las fuerzas.

La fuerza operativa y el esfuerzo de trabajo se deben considerar, como la fuerza y el esfuerzo residual del acero pretensado, luego de que se haya producido todas las pérdidas de cargas previstas, incluyendo el deslizamiento, contracción del hormigón, compresión elástica del hormigón, fricción y todas las pérdidas propias del sistema de pretensado.

Cuando la Fiscalización indique, los torones del pretensado instalados debidamente en el banco serán tensados individualmente o por grupos si la técnica lo permite.

Todo el acero pretensado se cortará al ras en cada extremo y los extremos descubiertos del acero de pretensado, serán limpiados con cepillo de acero y pintados con una capa espesa de pintura anticorrosiva.

- Ensayos y tolerancias (MOP 502- 6-04).
- Medición y pago (MOP – 502 – 7).

#### **502-4.03. Acero de refuerzo y precompresión.**

**502-4.03.1.Acero de refuerzo.-** El acero de refuerzo corriente será del tipo y tamaño indicado en los planos y deberá satisfacer los requerimientos previstos en las Secciones 504 y 807.

**502-4.03.2.Acero para la precompresión.-** Los cables, alambres y barras utilizados para precomprimir el hormigón serán del tipo señalado en los planos y deberán satisfacer los requerimientos previstos en la Sección 808.

Todo el acero utilizado en una estructura determinada será del mismo tipo y calidad, certificado por su fabricante.

El acero para precompresión será protegido de daños físicos, oxidación y otros defectos debidos a la corrosión, desde su fabricación hasta que sea incorporado en el hormigón o que sea inyectada la lechada de cemento. Todo el acero que haya sufrido daños por las causas indicadas será desechado.

El acero para la precompresión que será utilizado en una estructura postensada, previamente al vaciado y curado del hormigón, será resguardado de la corrosión hasta la inyección de la lechada, aplicando un inhibidor de corrosión en los ductos.

En el transporte y manejo de las barras se evitarán el doblado y los daños por deformaciones. Toda barra dañada por estas causas será enderezada en forma satisfactoria o será rechazada y reemplazada por el Contratista, a su cuenta.

En los extremos de los alambres para hormigón pretensado que se vayan a anclar por soporte directo, se harán cabezas de remache formadas en frío y

simétricas respecto al eje del alambre. Estas cabezas deberán desarrollar la misma resistencia total del alambre y no se utilizarán procesos en frío que causen daños o defectos en el alambre.

Cuando se utilice agua para lavar los cables antes de la inyección de la lechada, el agua deberá contener óxido de calcio o hidróxido de calcio en la cantidad de 12 gramos/litro; el exceso de agua se removerá con aire a presión, el cual estará libre de aceite.

Si las operaciones de postensado e inyección de lechada se contemplan dentro de los 10 días posteriores a la instalación del acero, la oxidación que se genere en este lapso no será causa para el rechazo del acero, ni tampoco se requerirá la presencia de un inhibidor de corrosión en el ducto. En el caso del acero instalado, al cual no se le ha inyectado la lechada dentro de los 10 días, estará sujeto a los requerimientos de esta sección en lo referente a protección contra la corrosión o rechazo por causa del herrumbre.

Si el acero que se utilice en un elemento estructural pretensado permanece a la intemperie por más de 36 horas antes de vaciar el hormigón, será obligación del Contratista el tomar medidas para prevenir la corrosión de acuerdo a los métodos aprobados por el Fiscalizador. Todo el acero de precompresión se cortará coincidente con el final del elemento estructural, y las superficies del acero expuestas junto con una faja de 2 centímetros del hormigón circundante se limpiarán y pintarán. La limpieza se hará con un cepillo de alambre, para remover residuos que no están adheridos firmemente al acero o a la superficie de hormigón, que luego se revestirá con una espesa mano de pintura, de acuerdo con los requerimientos de la subsección 826-2 de las presentes especificaciones.

Se evitará todo contacto, directo o electrolítico, entre los aceros de pretensado y otros materiales, a causa de que se produzca el efecto de pila.

Se adoptarán las precauciones necesarias para evitar que las armaduras, durante su colocación en obra, experimenten daños, especialmente calentamientos locales que puedan modificar sus características.

Todo ajuste de longitud o arreglo de los extremos de las armaduras se hará mecánicamente o por oxicorte. En caso de emplear el soplete, se cuidará de que la llama no alcance a otros aceros de precompresión ya tensados. La zona de acero alterada por la operación de oxicorte deberá quedar fuera de la zona activa del acero de precompresión.

#### **502-4.04. Ductos y dispositivos para anclaje.**

**502-4.04.1.Ductos.-** Los ductos para el paso del acero de precompresión serán de las características indicadas en los planos y disposiciones especiales, y

deberán satisfacer los requerimientos previstos en la Sección 808.

Los ductos serán totalmente herméticos y deberán estar exactamente localizados, de acuerdo a lo indicado en los planos. Deberán tener la resistencia suficiente como para mantener su alineación correcta durante el vaciado del hormigón.

Las uniones que se utilicen para ductos serán las más adecuadas, de tal forma que no ocasionen desvíos en la alineación y se eviten filtraciones de agua.

Deberá realizarse una inspección una vez que los ductos, el refuerzo y el encofrado hayan sido colocados para localizar posibles daños en los ductos y verificar que la posición del refuerzo y ductos concuerde con la indicada en los planos. Los ductos se asegurarán en los intervalos necesarios para evitar desplazamientos durante el hormigonado.

Todos los ductos o armaduras de anclaje estarán provistos de conexiones apropiadas para la inyección de la lechada después del tensado de los cables, las cuales estarán firmemente sujetas a los ductos, encofrados o al acero de refuerzo, para prevenir desplazamientos que puedan ocurrir durante las operaciones de hormigonado.

Los ductos que se utilicen cuando el acero de precompresión sea de barras, serán de un diámetro interior de 6 a 10 milímetros mayor que el diámetro de las barras.

Una vez instalados los ductos, sus entradas se cubrirán apropiadamente, a fin de evitar la entrada de agua o escombros. Si el acero de precompresión es instalado después del vaciado del hormigón, el Contratista demostrará al Fiscalizador que los ductos se encuentran libres de agua o desechos, antes de la instalación del acero.

Será necesario asegurarse de que la posición del acero de precompresión, dentro de sus ductos, sea la adecuada. Para ello, si fuese preciso, se recurrirá al empleo de espaciadores. Se considerará de carácter prohibitivo dejar los ductos sobre el fondo del encofrado para irlos levantando después, a medida que se hormigona el elemento, hasta colocarlos en la posición adecuada.

**502-4.04.2.Dispositivos para anclajes.-** Los dispositivos para el anclaje del acero de precompresión serán del diseño indicado en los planos y deberán satisfacer los requerimientos previstos en la Sección 808.

Todo acero de precompresión usado en sistemas de postensado será asegurado en sus extremos mediante dispositivos de anclaje apropiados.

La carga de los anclajes será transmitida al hormigón por medio de placas o

armaduras adecuadas, que tendrán las características señaladas en los planos y demás documentos contractuales. La instalación de estos dispositivos se hará conforme se indique en los planos.

Los dispositivos para la transferencia de carga al hormigón estarán de acuerdo con los requerimientos correspondientes a la Sección 505. El esfuerzo aplicado al hormigón directamente debajo de la placa o armadura no deberá exceder de 210 Kilogramos por centímetro cuadrado. Los esfuerzos de flexión en la placas o armaduras inducidos por el acero de precompresión, no deberá exceder del

límite elástico ni ocasionar la deformación de las placas, cuando la fuerza aplicada al acero de precompresión sea equivalente al 95% de la máxima resistencia a la tracción del acero.

Cuando se utilicen dispositivos de anclaje de un tipo especial, en conjunto con un emparrillado de acero empotrado en el hormigón, para proporcionar una distribución adecuada de los esfuerzos, las placas o armaduras de distribución podrán ser omitidas.

En los puntos en que se vaya a disponer un anclaje, se colocará en el encofrado o molde un taco adecuado para formar una entalladura (muesca), en la cual se apoye el anclaje y facilite la colocación del material de protección del anclaje, una vez terminado el tensado y la inyección. Las placas de reparto de los anclajes deben colocarse perpendiculares al trazado del acero de precompresión, con el objeto de que el eje del gato coincida con el trazado. Para conseguir una perfecta colocación, dicho trazado deberá ser recto en las inmediaciones del anclaje, al menos en la longitud prescrita en las especificaciones del sistema de precompresión.

La fijación de los anclajes al encofrado o molde deberá garantizar que su posición se mantenga durante el vaciado y compactación del hormigón. Antes de utilizar un anclaje, se comprobará que las cuñas y el interior de los tacos o conos-hembra de anclaje estén limpios, de tal forma que aquellas puedan moverse libremente dentro del anclaje, para su perfecto ajuste. Las rosas de las barras y tuercas estarán limpias y engrasadas, manteniéndolas con sus envolturas protectoras hasta el momento de su utilización.

Los dientes de las cuñas se limpiarán con cepillo de alambre, para eliminar cualquier suciedad u oxidación que pudiera haberse acumulado en las hendiduras. La superficie exterior de las cuñas deberá recubrirse, durante su almacenamiento, con grafito o cera. Deberán llevar las marcas necesarias para que no puedan confundirse unas con otras, entre las destinadas al anclaje del acero de refuerzo de características diferentes.

Todas las piezas que constituyen el anclaje deberán protegerse contra la corrosión, mediante hormigón, mortero, pintura u otro tipo de recubrimiento adecuado. Esta protección habrá de efectuarse lo más pronto posible y, en

cualquier caso, antes de transcurrido un mes después del tensado. En el caso de que la estructura se encuentre sometida a ambientes muy agresivos y fuese imposible realizar la protección de los anclajes en el plazo indicado, se asegurará la protección provisional de las armaduras por otro método eficaz aprobado por el Fiscalizador.

#### **502-4.05. Tensado del acero para la precompresión.**

**502-4.05.1.Programa de tensado.-** El Contratista entregará al Fiscalizador el programa de tensado, el cual definirá el orden en que deben realizarse las

operaciones de tensado en relación con el proceso constructivo y la magnitud de la carga por aplicarse.

En los casos en que se modifique el proceso constructivo de la pieza o estructura, el Fiscalizador deberá aprobar el nuevo proceso constructivo y se preparará, de acuerdo con él, el correspondiente programa de tensado.

**502-4.05.2.Operación de tensado.-** La operación de tensado no se iniciará sin autorización previa del Fiscalizador quién comprobará que el hormigón ha alcanzado por lo menos una resistencia igual a la especificada como mínima para poder comenzar dicha operación.

El Contratista proveerá todo el equipo y dispositivos necesarios para el correcto tensado del acero de precompresión. El acero será tensado por medio de gatos hidráulicos, de tal manera que la fuerza en el acero no sea menor que el valor especificado en los planos. Se cuidará que el gato se apoye perpendicularmente y esté centrado sobre el anclaje.

Cada gato usado en el tensado estará provisto de un manómetro o tensiómetro para la medida de las fuerzas de tensado. El manómetro tendrá un dial de lectura exacta de no menos de 15 centímetros de diámetro, la combinación de gato y manómetro estará calibrada, y un monograma de calibración será entregado al Fiscalizador. Si se usa el tensiómetro se proveerán anillos de prueba calibrados, u otros dispositivos que permitan conocer exactamente las fuerzas de tensado. La calibración de los tensiómetros será tal que el 10% más bajo de su capacidad de medida para la que ha sido manufacturado, no sea usada en la medida de las fuerzas de tensión.

Los monogramas y certificados de la calibración para los gatos hidráulicos, manómetros o tensiómetros usados en el tensado de los cables, podrán ser revisados antes y durante las operaciones de tensado con tensiómetros proporcionados por el Fiscalizador, si este lo requiere. El Contratista proporcionará mano de obra, equipo y material para la instalación de los tensiómetros y su retiro, una vez realizada la revisión, como lo ordene el Fiscalizador.



A menos que se especifique otro procedimiento, los esfuerzos promedio de trabajo en el acero no excederá el 60% de su resistencia última. Los máximos esfuerzos temporales de tracción no excederán el 75% de la última resistencia del acero, y los esfuerzos iniciales a los cuales quedará sometido el acero una vez efectuado el anclaje, no excederán el 70% de su resistencia última.

Se considera fuerza de trabajo y esfuerzos de trabajo aquello que permanecerá en el acero después de todas las pérdidas de la precompresión, incluyendo flujo plástico y contracción del hormigón, acortamiento elástico del hormigón, flujo plástico del acero, fricción en los ductos, anclaje y toda otra pérdida relacionada con el método de precompresión que se utilice.

Las pérdidas de esfuerzo en el acero utilizado en el postensado, debidas a las causas indicadas en el párrafo anterior, se asumirán en 1.750 kilogramos por centímetro cuadrado. En el caso de utilizarse hormigón de agregados livianos, las pérdidas de esfuerzo se asumirán en 2.100 kilogramos por centímetro cuadrado.

Las pérdidas de esfuerzo en el acero utilizado en el pretensado, debidas al flujo plástico y la contracción del hormigón, flujo plástico del acero y compresión elástica del hormigón, se asumirá en 2.450 kilogramos por centímetro cuadrado y si se utiliza hormigón de agregados livianos, se asumirán en 2.800 kilogramos por centímetro cuadrado.

La fórmula y coeficientes de fricción que se utilizarán para el cálculo de las pérdidas por fricción en el acero de precompresión y ductos se señalarán en las disposiciones especiales del contrato.

Antes de la instalación completa de los encofrados, el Contratista demostrará, a satisfacción del Fiscalizador, que el acero de precompresión está libre y sin adherencia en los ductos; o si éste no ha sido todavía colocado, que los ductos no se encuentren obstruidos.

La fuerza total de tensado no se aplicará en el hormigón vaciado en el sitio, hasta que éste haya alcanzado una resistencia a la compresión igual a la especificada a los 28 días, y en ningún caso será aplicada hasta por lo menos 10 días después de vaciado el hormigón.

Prevía la autorización del Fiscalizador, se podrá aplicar al elemento estructural una parte de la fuerza total de precompresión, a fin de poder moverlo o trasladarlo; sin embargo, la aprobación del Fiscalizador para tal aplicación parcial y movimiento, no releva al Contratista de su responsabilidad en la construcción correcta del elemento.

El acero de precompresión en elementos pretensados no será cortado o soldado hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia a la compresión indicada en los planos o el valor de 280 kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo

satisfacer siempre la mayor exigencia.

Cuando los cables en elementos pretensados se tensan individualmente, la pérdida de esfuerzos en aquellos será comprobada por el Contratista dentro de las tres horas antes de vaciado el hormigón. El método y el equipo por utilizarse en la comprobación serán aprobados por el Fiscalizador, y todo cable que presente una pérdida de tensión que exceda el 3%, deberá ser tensado nuevamente al valor especificado.

El cortado y soltado del acero en los elementos estructurales pretensados serán ejecutados en orden tal, que la excentricidad lateral de pretensión sea mínima.

El proceso de tensado aplicado a elementos postensados será conducido en tal forma que la tensión aplicada y la elongaciones producidas puedan ser medidas en cualquier instante, y los registros de tales mediciones serán entregados al Fiscalizador para su aprobación.

En los elementos continuos postensados de gran luz o aquellos en los que se especifique, los cables serán tensados por el Contratista aplicando los gatos en los dos extremos y en el caso de elementos postensados de apoyo simple, el Contratista podrá aplicar los gatos en un extremo únicamente.

**502-4.06. Inyección de la lechada de cemento.-** Los cables o barras utilizados en elementos estructurales postensados serán protegidos y ligados al hormigón, inyectando lechada de cemento en el espacio vacío dejado entre el ducto y los cables o barras.

La lechada estará compuesta de cemento Portland y agua, en las proporciones aprobadas por el Fiscalizador. Podrá contener algún aditivo aprobado, a condición de que no contenga iones de cloro en cantidad superior al 0.25% del peso del aditivo. Se deberá preparar la lechada añadiendo al agua, el cemento y luego el aditivo, si fuera utilizado, los que serán mezclados mediante equipo mecánico para obtener una lechada uniformemente mezclada y cremosa. La proporción de agua no deberá ser mayor de 22 litros por cada 50 kilogramos de cemento.

La lechada se agitará continuamente hasta el momento de su inyección en los ductos. La calidad de la lechada deberá ser aprobada por el Fiscalizador, la cual deberá pasar a través de un tamiz de dos milímetros antes de ser vaciada en la bomba de inyección.

El equipo que se utilizara en la inyección de la lechada de cemento deberá desarrollar una presión de, por lo menos, 7 kilogramos por centímetro cuadrado, y se dispondrá de un manómetro con escala de lectura apropiada. Bajo condiciones normales, la inyección de lechada de cemento del ducto de mayores dimensiones deberá realizarse en no más de 20 minutos.

La bomba se alimentará de lechada por gravedad, desde una tolva ubicada directamente sobre ella. Deberá cuidarse de que la tolva esté por lo menos parcialmente llena durante toda la operación de inyección, para impedir el arrastre de aire a los ductos. No se deberá añadir agua a la lechada para aumentar la fluidez que haya sido disminuida por la demora en la operación de inyección.

Los conductos de inyección dispondrán de válvulas mecánicas de cierre, que serán capaces de resistir la operación de bombeo. Dichas válvulas no serán removidas o abiertas hasta el endurecimiento de la lechada. El escape de lechada a través de los dispositivos de anclaje se evitará por medios mecánicos aprobados.

Antes de proceder a la inyección, deberá limpiarse el ducto con aire a presión, observando si éste llega a salir por el extremo opuesto en forma continua y regular.

Si los conductos son de hormigón, deberá inyectarse previamente agua para humedecer dicho hormigón. No deberá transcurrir más de 30 minutos desde el preparado de la lechada hasta el comienzo de la inyección, a no ser que se utilicen retardadores.

La inyección deberá hacerse desde el anclaje más bajo, o desde el tubo de purga inferior del conducto, con todos los tubos de purga restantes abiertos. Al comenzar el bombeo de la lechada, se le permitirá salir a través de los tubos de purga del ducto hasta comprobar que no salgan aglomeraciones de lechada ni otra indicación de la inclusión de agua o aire; este flujo de lechada se mantendrá por un tiempo de 10 segundos. Entonces se cerrarán todos los tubos de purga y la válvula de salida del otro extremo; se mantendrá la presión de la bomba momentáneamente; en acto continuo, la válvula de entrada se cerrará mientras se mantiene esta presión.

Cuando existan condiciones climáticas que pudieran contribuir a un endurecimiento rápido de la lechada, esta deberá ser enfriada por métodos adecuados para prevenir bloqueos durante las operaciones de bombeo. Por el contrario, si prevalece una temperatura ambiental muy baja, el Contratista proveerá de medios adecuados de protección de la lechada, para prevenir daños por congelación u otras causas.

Una vez realizada la inyección de la lechada, la superficie del hormigón, alrededor de los anclajes, se limpiará con un chorro abrasivo, a fin de dejar el agregado descubierto y poder realizar el recubrimiento y acabado finales.

## **502-5. Ensayos y Tolerancias.**

**502-5.01. Ensayos.-** En caso de que el Fiscalizador lo elija, el Contratista

suministrará, a su costo, muestras del acero de refuerzo, acero para la precompresión, ductos, dispositivos de anclaje o cualquier otro material que se proponga utilizar en estos trabajos, de acuerdo a las instrucciones del Fiscalizador.

Los ensayos necesarios para determinar la calidad de cualquier elemento de hormigón precomprimido, estarán de acuerdo con lo estipulado en la Sección 808 de estas especificaciones.

**502-5.02. Tolerancias.-** Se verificarán las dimensiones, forma y alineamiento de los elementos estructurales, de acuerdo a lo indicado en los planos y lo ordenado por el Fiscalizador, dentro de las tolerancias que se indican a continuación.

Las dimensiones de cualquier sección transversal de vigas, losas, muros o columnas no tendrán una diferencia con las de los planos mayor de  $(0.01t + 2 \text{ mm.})$  o menor de  $(0.01t + 2 \text{ mm.})/2$ , en donde "t" es la dimensión para la que considera la tolerancia.

La desviación angular de los ejes establecidos de cualquier sección transversal de una viga o columna hormigonadas en obra, no será mayor a un grado, y para elementos prefabricados, no será mayor a  $1/2$  grado.

La distancia entre el eje central de una columna y la recta que une los centros de las secciones transversales extremas no será mayor de  $(0.01t + 2 \text{ mm.})$ , donde "t" es la dimensión de la columna, perpendicular a la medida de la tolerancia.

La distancia entre el eje central de una viga de sección constante y la recta que une los centros de las secciones transversales extremas, antes de aplicada la precompresión y medida en dirección vertical, no será mayor de  $(0.01h + 2 \text{ mm.})$ , y medida en la dirección horizontal, no será mayor de  $(0.01b + 4 \text{ mm.})/2$ , en donde "h" es la contraflecha de la viga y "b" es el ancho del ala de mayor dimensión de aquella.

Una vez aplicada la precompresión, la distancia horizontal entre el eje central de la viga y la recta que une los centros de las secciones extremas, no será mayor de  $(L/700)$ , o de  $(b/20)$ , en donde "L" es la longitud total de la viga y "b" es el ancho o ala de mayor dimensión de aquella.

Los ejes de los apoyos de las vigas no diferirán de los proyectados, longitudinalmente, en más de 2 mm. y, transversalmente, en más de 5 mm.

Los alargamientos no podrán diferir de los previstos en el programa de tensado en más del cinco por ciento. Caso de superarse esta tolerancia, se examinarán las posibles causas de variación, tales como errores de lectura, de sección de las armaduras, de módulos de elasticidad o de los coeficientes de rozamiento,

rotura de algún elemento del tendón, tapones de mortero, etc., y se procederá a un retensado con nueva medición de los alargamientos.

Si durante el tensado se rompe uno o más alambres y la armadura del elemento está constituida por un gran número de ellos, podrá alcanzarse la fuerza total de precompresión necesaria aumentando la tensión en los restantes, siempre que para ello no sea preciso elevar la tensión en cada alambre individual, en más de un cinco por ciento del valor inicialmente previsto. La aplicación de tensiones superiores requiere de un nuevo estudio que deberá efectuarse basándose en las características mecánicas de los materiales realmente utilizados.

La pérdida total en la fuerza de precompresión, originada por la rotura de alambres irremplazables, no podrá exceder nunca del dos por ciento de la fuerza total prevista de precompresión.

## **502-6. Elementos Prefabricados de Hormigón Precomprimido.**

**502-6.01. Descripción.-** Se consideran como elementos prefabricados de hormigón precomprimido, los que constituyen productos estándar ejecutados en instalaciones industriales fijas y que, por tanto, no son realizados en obra.

**502-6.02. Materiales.-** Los materiales a emplearse para elementos prefabricados de hormigón precomprimido satisfarán los requerimientos indicados en la subsección 502-2, además de las exigencias previstas en los planos y disposiciones especiales.

**502-6.03. Transporte, almacenamiento y manipuleo.-** Las vigas prefabricadas se transportarán y almacenarán en la posición y apoyo previstos en los planos; de tal forma que los puntos de soporte y la dirección de las reacciones con respecto a la viga sean aproximadamente las mismas durante la transportación y almacenamiento, y cuando la viga esté en su posición final en la estructura, se evitará el contacto con el terreno o con cualquier producto que las pueda manchar o deteriorar. En el caso de que el Contratista juzgue conveniente transportar o guardar vigas prefabricadas en una posición diferente a la indicada en los planos, o en las disposiciones especiales o en las presentes especificaciones, se lo hará, a su propio riesgo.

El almacenamiento, izado y manipuleo de unidades prefabricadas, se lo hará, de acuerdo a los planos y disposiciones especiales, con todo el cuidado necesario para prevenir roturas o daños. Si existiera unidades dañadas debido al almacenamiento o manipuleo incorrecto, éstas serán reemplazadas por el Contratista, a su costo.

## **502-6.04. Ensayos y Tolerancias.**

**502-6.04.1.Ensayos.-** El Contratista facilitará al Fiscalizador la toma de

muestras de materiales para su ensayo, de acuerdo a lo indicado en el numeral 502-5.01, y realizar inspecciones de los procesos de fabricación, siempre que lo considere necesario.

**502-6.04.2.Tolerancias.-** Los elementos prefabricados de hormigón precomprimido satisfarán los requerimientos previstos en el numeral 502-5.02, además de lo que se indica a continuación.

No presentarán rebabas que sean indicio de pérdidas graves de lechada, ni más de tres oquedades en una zona de diez centímetros cuadrados de paramento, ni oquedad alguna que deje vistas las armaduras. Tampoco presentará superficies descascaradas o aristas despostilladas, señales de discontinuidad en el hormigonado o armaduras visibles.

No se aceptarán elementos con fisuras de más de una décima de milímetro de ancho, o con fisuras de retracción de más de dos centímetros de longitud, a no ser que lo autorice el Fiscalizador.

El Fiscalizador podrá ordenar la comprobación de las características mecánicas sobre un cierto número de elementos.

## **502-7. Medición y Pago.**

**502-7.01. Medición.-** La cantidad a pagarse por la construcción de elementos estructurales de hormigón precomprimido, con excepción de pilotes, será el número de elementos contruidos y aceptados, de conformidad con los requisitos contractuales. Los pilotes de hormigón precomprimido serán pagados de acuerdo con los rubros indicados en el numeral 501-8.02.

**502-7.02. Pago.-** La cantidad determinada en la forma indicada en el numeral anterior, se pagará al precio contractual para el rubro abajo asignado y que conste en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro de materiales la fabricación y montaje o el vaciado en el lugar de elementos estructurales de hormigón precomprimido, excepto pilotes, incluyendo el encofrado, el tendido, tensado y anclaje del acero de precompresión, el hormigonado e inyección de lechada de cemento, así como por mano de obra, equipo, materiales, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

El pago de los elementos estructurales de hormigón precomprimido podrá realizarse de acuerdo con los rubros que conforman las vigas como se especifica más adelante.

**Nº del Rubro de Pago y Designación**

**Unidad de Medición**

502 (1) Elementos estructurales de hormigón  
precomprimido (\*).....Unidad

Quando se especifique más de un tipo o tamaño de elementos, se añadirán letras como sufijo del número del rubro de pago, para distinguir los diferentes elementos.

(\*) Indicar longitud del elemento.

El rubro 502 (1) será desglosado en los siguientes rubros:

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
502 (1)a Acero para precompresión (**)	Kilogramo (Kg.)
503 (1) Hormigón estructural de cemento Portland Clase A	Metro Cúbico (m <sup>3</sup> )
504 (1) Acero de refuerzo en barras	Kilogramo (Kg.)

(\*\*) Indicar resistencia última del acero de preesfuerzo.

**SECCION 503. HORMIGON ESTRUCTURAL.**

**503-1. Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón en puentes, alcantarillas de cajón, muros de ala y de cabezal, muros de contención, sumideros, tomas y otras estructuras de hormigón en concordancia con estas especificaciones, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador. Este trabajo incluye la fabricación, transporte, almacenamiento y colocación de vigas losas y otros elementos estructurales prefabricados.

El hormigón para estructuras estará constituido por cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aditivos, si se requiere, y agua, mezclados en las proporciones especificadas o aprobadas y de acuerdo con lo estipulado en esta sección y en el Capítulo 800 de estas especificaciones.

La clase de hormigón a utilizarse en una estructura determinada será indicada en los planos o en las disposiciones especiales y satisfará los requerimientos previstos en la Sección 801.

**503.a.6 Clasificación y mezclas de diseño**

El Contratista debe suministrar el diseño de la mezcla, y la clasificación de las mismas para los diferentes elementos estructurales.

El contratista deberá determinar y medir la cantidad de cada grupo y de cada uno de los ingredientes que conforman la mezcla incluido el agua.

Es conveniente realizar pruebas con muestras de todos los materiales que se utilizarán en la construcción, con el fin de evaluar el grado de confiabilidad del diseño.

Para definir y mejorar el diseño, el contratista tiene la opción de utilizar aditivos para el hormigón.

**503-2. Materiales.-** El hormigón y los materiales utilizados para su elaboración satisfarán los requisitos señalados en las Secciones 801 a 805.

**503-3. Dosificación, Mezclado y Transporte y Pruebas del Hormigón.**

**503-3.01. Dosificación.-** La mezcla de hormigón deberá ser correctamente dosificada y presentará condiciones adecuadas de trabajabilidad y terminado. Será durable, impermeable y resistente al clima.

Los materiales del hormigón serán dosificados de acuerdo a lo especificado en la Sección 801 en concordancia con los requerimientos de cada clase.

El diseño de la mezcla cumplirá con las especificaciones indicadas en los planos



o documentos contractuales, será aprobado por el Fiscalizador y determinará las proporciones definitivas de los materiales y la consistencia requerida.

### **503.a.8 Calidad del hormigón**

El hormigón debe diseñarse para ser uniforme, trabajable, transportable, fácilmente colocable y de una consistencia aceptable para la Fiscalización. (En estas condiciones el hormigón es dócil).

Para obtener buena docilidad del hormigón se deberá evitar usar áridos de formas alargadas y con aristas. Es necesario indicar que el cemento influye en la docilidad del hormigón.

El contenido de cemento, relación máxima agua/cemento permitida, máximo revenimiento y otros requerimientos para todas las clases de hormigón a utilizarse en una construcción, deberán conformar como requisitos indispensables de las especificaciones técnicas de construcción.

Cuando la resistencia a la compresión está especificada a los 28 días, la prueba realizada a los 7 días deberá tener mínimo el 70% de la resistencia especificada a los 28 días. La calidad del hormigón debe permitir que la durabilidad del mismo tenga la capacidad de resistencia a lo largo del tiempo, frente a agentes y medios agresivos.

**503-3.02. Mezclado y Transporte.-** El mezclado y transporte del hormigón satisfará los requerimientos y exigencias indicadas en la Sección 801.

**503-3.03. Pruebas.-** La calidad del hormigón se determinará de acuerdo a los ensayos señalados en la Sección 801.

### **503.a.7 Revenimientos requeridos**

Cuando el rango del agua es reducido mediante el uso de aditivos, el revenimiento no deberá exceder de 200 mm.

En condiciones normales y como guía, se adiciona una tabla de revenimientos requeridos recomendados en las Especificaciones Estándar para Construcción y Mantenimiento de Avenidas, Calles y Puentes del Departamento de Transporte de Texas de los Estados Unidos.

TABLA 8- 503.a.7

## REVENIMIENTOS REQUERIDOS

DESIGNACIÓN DEL HORMIGÓN	REVENIMIENTO DESEADO (mm)	REVENIMIENTO MAXIMO (mm)
<b>A.- HORMIGÓN ESTRUCTURAL</b>		
1.- Todos los barrenados	150	175
2.- Paredes de sección delgada (230 mm o menos).	100	125
3.- Losas, hormigón de recubrimien- to Tapas, columnas, pilas, seccio- nes de paredes sobre 230 mm, etc.	75	100
4.- Miembros de hormigón presforza- do.	100	125
5.- Hormigón para barreras de tráfico (fabricado en sitio o prefabricado) hormigón para rieles sobre puen- tes	100	125
6.- Recubrimiento de hormigón denso.	20	25
7.- Hormigón colocado bajo el agua.	150	175
8.- Hormigón con reductor de agua del alto rango.	-	200
<b>B.- HORMIGON PARA PAVIMENTO</b>	40	75 max. 25 mín.
<b>C.- OTROS</b>	Aprobado por la	Fiscalización

**NOTA:** Ningún hormigón debería ser permitido con un revenimiento superior al máximo indicado.

**503-4. Procedimiento de Trabajo.****503-4.01. Obra falsa y encofrados.**

**503-4.01.1.Obra falsa.-** A no ser que se especifique de otra manera, los planos detallados y los datos de los materiales a usarse en la obra falsa o cerchado, deberán entregarse al Fiscalizador para su aprobación; pero en ningún caso el Contratista será relevado de responsabilidad por los resultados obtenidos con el uso de los planos aprobados por el Fiscalizador.

Para el diseño de la obra falsa o cerchado, se deberá asumir que el peso del hormigón es de 2.400 kilogramos por metro cúbico. Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida para soportar las cargas indicadas en esta sección, sin provocar asentamientos o deformaciones apreciables. El Fiscalizador podrá solicitar al Contratista el uso de gatos o cuñas para contrarrestar cualquier asentamiento producido antes o durante el vaciado del hormigón.

Deberá utilizarse un sistema de pilotaje para soportar la obra falsa que no pueda ser cimentada adecuadamente, el cual será suministrado a costo del Contratista.

Las cerchas de arcos deberán construirse de acuerdo a lo especificado en los planos o en las disposiciones especiales, sin alterar sus dimensiones y geometría.

Cuando se utilicen cimentaciones para obra falsa del tipo de zapata, el Contratista determinará el valor soportante del suelo e indicará los valores asumidos para el diseño de la obra falsa en los planos de la misma.

Las deflexiones totales anticipadas de la obra falsa y encofrados se indicarán en los planos de obra falsa y no excederán de 2 centímetros. Los encofrados de las losas entre vigas se construirán sin tolerancia alguna para deflexión entre las vigas.

El diseño de la obra falsa se basará en los valores mínimos y los valores máximos de esfuerzos y deflexiones que tengan aceptación general para los materiales a utilizarse. Los cálculos mostrarán los esfuerzos y deflexiones en todos los elementos estructurales que soportan cargas.

Los esfuerzos asumidos se basarán en el empleo de materiales sanos y de alta calidad, esfuerzos que serán modificados por el Contratista cuando se utilicen materiales de menor calidad. El Contratista será responsable de la calidad de sus materiales de obra falsa y del diseño de la misma para soportar con seguridad las cargas reales que se le imponga, inclusive cargas horizontales.

La obra falsa tendrá la resistencia y disposición necesaria para que en ningún momento los movimientos locales, sumados en su caso a los del encofrado, sobrepasen los 5 milímetros; ni los de conjunto, la milésima de la luz.

Cuando la obra falsa se encuentre sobre o adyacente a carreteras o vías férreas, todos los elementos del sistema de obra falsa que contribuyan a la estabilidad horizontal y resistencia al impacto se colocarán en el momento en que se ensamble cada componente de la obra falsa y permanecerá en su lugar hasta la remoción de toda la obra falsa.

Cuando lo autorice el Fiscalizador, se usarán tiras para compensar la deflexión anticipada en la obra falsa y de la estructura. El Fiscalizador verificará la magnitud de la contraflecha a usarse en la construcción de la obra falsa.

Una vez montada la obra falsa, si el Fiscalizador lo cree necesario, se verificará una prueba consistente en sobrecargarla de un modo uniforme y pausado, en la cuantía y con el orden con que lo habrá de ser durante la ejecución de la obra. Durante la realización de la prueba, se observará el comportamiento general de la obra falsa, siguiendo sus deformaciones mediante flexímetros o nivelaciones de precisión. Llegados a la sobrecarga completa, ésta se mantendrá durante 24 horas, con nueva lectura final de flechas. A continuación, y en el caso de que la prueba ofreciese dudas, se aumentará la sobrecarga en un 20% o más, si el Fiscalizador lo considerase preciso.

Después se procederá a descargar la obra falsa, en la medida y con el orden que indique el Fiscalizador, observándose la recuperación de flechas y los niveles definitivos con descarga total.

Si el resultado de las pruebas es satisfactorio y los descensos reales de la obra falsa hubiesen resultado acordes con los teóricos que sirvieron para fijar la contraflecha, se dará por buena la posición de la obra falsa y se podrá pasar a la construcción de la obra definitiva.

En el caso que sucedan deformaciones o asentamientos que excedan en  $\pm 1$  centímetro de aquellos indicados en los planos de la obra falsa, u ocurran otros desperfectos que, a criterio del Fiscalizador, impedirán conseguir una estructura que se conforme a los requerimientos de los documentos contractuales, el Contratista adoptará las medidas correctivas necesarias, a satisfacción del Fiscalizador.

En el caso que los desperfectos indicados en el párrafo anterior sucedieran durante el vaciado del hormigón, éste será suspendido hasta que se realicen las correcciones respectivas. Si no se efectuaren dichas correcciones antes de iniciarse el fraguado del hormigón en la zona afectada, el vaciado del hormigón inaceptable será retirado y reemplazado por el Contratista a su cuenta.

**503-4.01.2. Encofrados.-** Todos los encofrados se construirán de madera o metal adecuados y serán impermeables al mortero y de suficiente rigidez para impedir la distorsión por la presión del hormigón o de otras cargas relacionadas

con el proceso de construcción. Los encofrados se construirán y conservarán de

manera de evitar torceduras y aberturas por la contracción de la madera, y tendrán suficiente resistencia para evitar una deflexión excesiva durante el vaciado del hormigón. Su diseño será tal que el hormigón terminado se ajuste a las dimensiones y contornos especificados. Para el diseño de los encofrados, se tomará en cuenta el efecto de la vibración del hormigón durante en vaciado.

Los encofrados para superficies descubiertas se harán de madera labrada de espesor uniforme u otro material aprobado por el Fiscalizador; cuando se utilice forro para el encofrado, éste deberá ser impermeable al mortero y del tipo aprobado por el Fiscalizador. Todas las esquinas expuestas deberán ser achaflanadas.

Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero y materia extraña y recubiertas con aceite para moldes.

No se vaciará hormigón alguno en los encofrados hasta que todas las instalaciones que se requieran embeber en el hormigón se hayan colocado, y el Fiscalizador haya inspeccionado y aprobado dichas instalaciones. El ritmo de vaciado del hormigón será controlado para evitar que las deflexiones de los encofrados o paneles de encofrados no sean mayores que las tolerancias permitidas por estas especificaciones. De producirse deflexiones u ondulaciones en exceso a lo permitido, se suspenderá el vaciado hasta corregirlas y reforzar los encofrados para evitar una repetición del problema.

Las ataduras metálicas o anclajes, dentro de los encofrados, serán construidos de tal forma que su remoción sea posible hasta una profundidad de por lo menos 5 centímetros desde la cara, sin causar daño al hormigón. Todos los herrajes de las ataduras de alambre especiales serán de un diseño tal que, al sacarse, las cavidades que queden sean del menor tamaño posible.

Estas cavidades se llenarán con mortero de cemento y la superficie se dejará sana, lisa, igual y de color uniforme. Todos los encofrados se construirán y mantendrán según el diseño de tal modo que el hormigón terminado tenga la forma y dimensiones indicadas en los planos y esté de acuerdo con las pendientes y alineaciones establecidas. Los encofrados permanecerán colocados por los períodos que se especifican más adelante,

La forma, resistencia, rigidez, impermeabilidad, textura y color de la superficie en los encofrados usados deberá mantenerse en todo tiempo. Cualquier madera torcida o deformada deberá corregirse antes de volver a ser usada. Los encofrados que sean rechazados por cualquier causa, no se volverán a usar.

Los enlaces o uniones de los distintos elementos de los encofrados serán sólidos

y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifiquen con facilidad.

Tanto las superficies de los encofrados como los productos que a ellas se puedan aplicar, no deberán contener sustancias perjudiciales para el hormigón.

En el caso de las obras de hormigón pretensado, se pondrá especial cuidado en la rigidez de los encofrados junto a las zonas de anclaje, para que los ejes de los cables sean exactamente normales a los anclajes. Se comprobará que los encofrados y moldes permitan las deformaciones de las piezas en ellos hormigonadas, y resistan adecuadamente la redistribución de cargas que se originan durante el tensado de las armaduras a la transmisión del esfuerzo de pretensado al hormigón. Especialmente, los encofrados y moldes deben permitir, sin coartar, los acortamientos de los elementos que en ellos se construyan.

Cuando se encofren elementos de gran altura y pequeño espesor a hormigonar de una vez, se deberán prever en las paredes laterales de los encofrados ventanas de control, de suficiente dimensión para permitir desde ellas la compactación del hormigón. Estas aberturas se dispondrán con espaciamiento vertical y horizontal no mayor de un metro, y se cerrarán cuando el hormigón llegue a su altura.

#### **503-4.02. Vaciado y juntas de construcción.**

**503-4.02.1.Vaciado.-** Todo el hormigón será colocado en horas del día, y su colocación en cualquier parte de la obra no se iniciará si no puede completarse en dichas condiciones. La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del Fiscalizador y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación.

No se colocará el hormigón mientras los encofrados y la obra falsa no hayan sido revisados por el Fiscalizador y, de ser necesario, corregidos, mientras el acero de refuerzo no este completo, limpio y debidamente colocado en su sitio.

Como paso previo para el vaciado del hormigón, todo el aserrín, viruta, cualquier otro desecho de la construcción o materiales extraños a ella se retirarán del interior de los encofrados. Puntales, riostras y refuerzos que sirvan provisionalmente para mantener los encofrados en su posición y alineación correcta durante la colocación del hormigón, se retirarán cuando el hormigonado este en un nivel tal que resulten estos innecesarios y ninguna parte auxiliar deberá quedar embebida en el hormigón.

Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El uso de conductos largos, canaletas y tubos para llevar el hormigón desde la mezcladora al encofrado, se realizará únicamente con autorización escrita del Fiscalizador. En el caso de que por el

uso de estos conductos la calidad del hormigón resulte inferior, el Fiscalizador puede ordenar que sean sustituidos por un método eficiente de vaciado.

Los conductos abiertos y las canaletas serán de metal o forradas de metal, y tendrán pendientes altas. Las canaletas serán equipadas con deflectores o serán de longitudes cortas para invertir la dirección del movimiento. No se usarán canaletas conductos o tubos de aluminio para la colocación del hormigón.

En las canaletas, conductos y tubos se limpiará y removerá cuidadosamente todo el hormigón endurecido antes de su uso. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Después del fraguado inicial del hormigón, los encofrados no deberán ser sometidos a vibraciones o movimientos y los extremos de las armaduras sobresalientes no se someterán a esfuerzo alguno.

El hormigón deberá vaciarse lo más exactamente posible en su posición definitiva. No se permitirá que el hormigón caiga libremente de más de 1.20 metros o que sea lanzado a distancias mayores de 1.50 metros. El hormigón será depositado con el equipo aprobado por el Fiscalizador. Ha de colocarse en capas horizontales de espesor uniforme, consolidando cada una antes de colocar la otra.

Las capas no deberán exceder de 15 a 30 centímetros de espesor, para miembros reforzados, y de 45 centímetros de espesor, para trabajos en masa, según la separación de los encofrados y la cantidad de acero de refuerzo. Cada capa se compactará antes de que la anterior haya fraguado, para impedir daños al hormigón fresco y evitar superficies de separación entre capas.

El ritmo de colocación del hormigón deberá regularse, de manera que las presiones contra los moldes o encofrados causadas por el hormigón húmedo no excedan a las consideradas en el diseño de los encofrados.

Todo el hormigón será vibrado, a criterio del Fiscalizador, y con equipo aprobado por él. La vibración deberá ser interna, y penetrará dentro de la capa colocada anteriormente para asegurar que toda la masa se haga homogénea, densa y sin segregación.

Los vibradores utilizados deberán transmitir al hormigón vibraciones con frecuencias mayores a 4.500 impulsos por minuto.

Se utilizará un número adecuado de vibradores para que se logre la completa consolidación de la capa colocada antes de que el hormigón haya comenzado a fraguar.

Los vibradores no serán empleados para empujar o conducir la masa de

hormigón dentro de los encofrados hasta el lugar de su colocación. Tampoco serán colocados contra los moldes o encofrados o contra el acero de refuerzo. La vibración deberá tener la suficiente duración e intensidad para consolidar completamente el hormigón, pero no deberá continuarse hasta el punto que cause segregación.

Los vibradores se aplicarán en puntos uniformemente espaciados y no más lejos que dos veces el radio sobre el cual la vibración es visualmente efectiva.

El trabajo de los vibradores será tal que se obtenga un hormigón de textura uniforme en las capas expuestas, evitando la formación de panales.

### **503.a Colocación del hormigón**

#### **503.a.1 Temperatura de colocación del hormigón**

La temperatura del hormigón colocado en sitio, en caso de losas de puentes y losas superiores en contacto con el tráfico no deberán exceder de 29°C, para otras estructuras la temperatura de fundición deberá especificarse en los planos.

Para colocación de masas de hormigón que estén indicadas en planos y su fundición sea monolítica, en el momento de su colocación la temperatura no deberá ser superior a 24°C.

Para iniciar un plan de fundición en condiciones de alta temperatura, se deberá seguir el siguiente plan:

- 1.- Selección de los ingredientes del hormigón para minimizar el calor de hidratación.
- 2.- Colocar hielo o ingredientes fríos para el hormigón.
- 3.- Controlar la relación A/C del concreto a colocarse.
- 4.- Usar protección para controlar el aumento del calor.

El contratista dispondrá de instrumentos de medición de temperatura, y debe hacerlo en las fundiciones tanto en la superficie como en la parte interior del hormigón.

#### **503.a.2 Tiempos de transporte del hormigón**

Los máximos intervalos de tiempos entre la colocación del cemento para la dosificación y colocación del hormigón en los encofrados se deberán regir por la siguiente tabla:

**TABLA 8 – 503.a.2**



**TEMPERATURA: TIEMPOS REQUERIDOS**

TEMPERATURA DEL	TIEMPO MAXIMO	TIEMPOMAXIMO (1)
HORMIGON	(sin retardante)	( con retardante)
( en el sitio)	minutos	minutos
HORMIGON NO AGITADO		
Sobre 27°C	15	30
Inferior 27°C	30	45
HORMIGON AGITADO		
Sobre 32°C	45	75
Entre 24° y 32°C	60	90

(1 ) Dosificación normal del retardante.

**503.a.3 Colocación del hormigón en tiempo caliente**

Cuando la temperatura del aire es superior a los 29°C, se debe utilizar un agente retardador y este proceso se requerirá para toda la superestructura y vigas superiores.

**503-4.02.1.1.Alcantarillas.-** En general, la losa de fondo o las zapatas de las alcantarillas de cajón se hormigonarán y dejarán fraguar antes de que se construya el resto de la alcantarilla. En este caso, se tomarán las medidas adecuadas para que las paredes laterales se unan a la base de la alcantarilla, de acuerdo a los detalles señalados en los planos.

Antes de que el hormigón sea colocado en las paredes laterales, las zapatas de la alcantarilla deberán estar completamente limpias y la superficie suficientemente rugosa y húmeda, en concordancia con lo especificado en la sección referente a juntas de construcción.

En la construcción de alcantarillas de cajón de 1.20 metros o menos, las paredes laterales y la losa superior podrán construirse en forma continua. En la construcción de alcantarillas de más de 1.20 metros, el hormigón de las paredes se colocará y dejará fraguar antes de construirse la losa superior y se formarán juntas de construcción aprobadas, en las paredes.

Si es posible, en las alcantarillas, cada muro de ala deberá construirse en forma continua. Si las juntas de construcción en los muros de ala son inevitables, deberán ser éstas horizontales y ubicadas de tal forma que ninguna junta sea

visible en la cara expuesta, sobre la línea del terreno.

**503-4.02.1.2.Vigas, losas, zapatas, columnas, pilas y muros.-** En vigas simples, el hormigón será depositado empezando en el centro de la luz y terminando en los extremos. En vigas, el hormigón será colocado en capas horizontales uniformes, a lo largo de toda su longitud. En luces continuas, el hormigón se colocará de acuerdo a lo especificado en los planos o en las disposiciones especiales.

El hormigonado en los acartelamientos con alturas menores a 1 metro deberá realizarse en forma continua con el hormigonado de la viga, y los cabezales de las columnas o estribos deberán ser rebajados para formar los apoyos de los acartelamientos. En cualquier chaflán o acartelamiento que tenga una altura mayor de un metro, el hormigonado de los estribos o columnas, vigas y acartelamientos, deberá realizarse en tres etapas sucesivas: primero, la parte inferior del acartelamiento; luego, la parte inferior de la viga y, por último se completará lo que falta.

En vigas continuas acarteladas, el hormigonado deberá realizarse en forma continua en toda su altura, incluido el acartelamiento. Donde el hormigonado sea de tal magnitud que no se pueda realizar en una operación continua, las juntas de construcción verticales se localizarán preferiblemente en la zona de flexión nula.

El hormigonado en losas y zapatas se realizará en una operación continua, a menos que se indique otra cosa en los planos.

Los pisos y las vigas de la superestructura deberán hormigonarse en una operación continua, salvo cuando se especifique otra cosa. Deberán preverse anclajes especiales para corte, asegurando de esta manera la acción monolítica entre las vigas y el piso.

El hormigonado en vigas "T" se podrá hacer en una operación continua o en dos etapas: primero, toda la altura del nervio y, luego, la losa superior. En el último caso, la unión entre el nervio y la losa de la viga "T" deberá ser efectiva, utilizando una junta de construcción aprobada por el Fiscalizador y de acuerdo a lo indicado en los planos y en las presentes especificaciones. El hormigón en vigas cajón podrá ser vaciado en dos o tres operaciones, empezando siempre por la losa de fondo. Si el alma de la viga es hormigonada en una operación separada a la losa superior, la unión entre estas deberá realizársela de igual forma que en las vigas "T".

#### **503.a.5 Colocación del hormigón en la cimentación y sub-estructura**

Como regla general, el hormigón no podrá ser colocado en la cimentación hasta que el fondo y las características de la misma hayan sido inspeccionadas.

El fondo de la cimentación por ningún motivo debe contener agua.

La fundición de columnas, pilas o estribos de hormigón deberán ser fundidas monolíticamente entre juntas de construcción, las mismas que deberán estar definidas para toda la estructura antes del inicio de la fundición.

El hormigonado de columnas, pilas y muros se lo realizará en forma continua, a menos que se indique otra cosa en los planos. El hormigón se dejará fraguar por

lo menos 12 horas antes de colocar el hormigón en el cabezal, y éste no se colocará hasta que se hayan removido los moldes de las columnas e inspeccionado el hormigón colado en ellas, salvo que el Fiscalizador autorice otro procedimiento. La carga de la superestructura no se la dejará descansar sobre las columnas hasta que haya transcurrido por lo menos 14 días después del hormigonado, a menos que el Fiscalizador permita otro procedimiento. La secuencia de hormigonado en vigas "T", losas, vigas cajón y columnas, estará indicada en los planos o en las disposiciones especiales. Los dientes para corte u otros medios utilizados para asegurar la unión adecuada de vigas y losas, deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

Los barandales y parapetos no serán hormigonados hasta que los encofrados o cerchas del tablero hayan sido retirados, a menos que el Fiscalizador lo autorice.

Los moldes deberán ser lisos y perfectamente contruidos y alineados, de manera que el hormigón no se dañe al desencofrar. Las barandas y parapetos serán acabados y curados de acuerdo con lo estipulado en los numerales 503-4.06 y 503-4.03.

**503-4.02.1.3.Arcos.-** El hormigonado del cuerpo del arco deberá realizárselo de tal forma que la carga quede repartida uniformemente.

El cuerpo de los arcos deberán hormigonarse en secciones transversales, de tal tamaño que cada sección pueda ser vaciada en una operación continua. La disposición de las secciones y la secuencia del hormigonado será aprobada por el Fiscalizador y debe ser de manera que no provoque esfuerzos iniciales en la armadura. Las secciones deberán ser unidas mediante un sistema conveniente, aprobado por el Fiscalizador. Cuando sea posible, los cuerpos de los arcos podrán ser fundidos en una sola operación.

**503-4.02.1.4.Colocación del hormigón bajo el agua.-** El hormigón no se colocará bajo agua, excepto cuando se indique en los planos o lo autorice el Fiscalizador en circunstancias especiales, en cuyo caso, la colocación de una capa sellante se efectuará bajo su control y de acuerdo al método descrito a continuación:

El hormigón por depositarse en agua será clase A, con un aumento del 10% de cemento. Para impedir la segregación se vaciará cuidadosamente en una masa

compacta, por medio de una tolva y tubería, o una bomba. El vaciado deberá efectuarse en forma continua, sin afectar al hormigón colocado previamente. El agua en el lugar de colocación se mantendrá tranquila.

#### **503.a.4 Colocación del hormigón en agua**

No se debe permitir el bombeo de agua durante la colocación del hormigón y la superficie debe estar lista por lo menos 36 horas antes.

En el caso que se especifique colocar hormigón bajo el agua, este deberá ser rediseñado para adicionar 60 Kg de cemento por m<sup>3</sup>, con referencia al diseño que se está usando, tomando en cuenta las condiciones de trabajabilidad.

La tolva y tubería estarán constituidas por un tubo metálico de un diámetro de no menos de 25 centímetros, construido en secciones con acoples de bridas provistas de empaques. La tolva se apoyará de modo que permita un movimiento libre del extremo de descarga sobre toda la superficie de trabajo y se puede bajar rápidamente, si fuera necesario retardar o parar el flujo del hormigón. El extremo de descarga estará cerrado al inicio del trabajo para impedir la entrada de agua al hormigón. Iniciada la descarga de la mezcla, el extremo inferior del tubo deberá quedar sumergido en el hormigón fresco para mantenerlo sellado, evitando la entrada de agua y un posible lavado del hormigón. El flujo de hormigón deberá ser continuo hasta que el trabajo finalice. No se permitirá el uso de tubos de aluminio.'

El espesor exacto del sello estará contenido en los planos o será indicado por el Fiscalizador. Al hormigón, en el sello, se lo curará por lo menos durante 5 días después del colado, antes de proceder a desaguar la ataguía dentro de la cual se ha colocado el sello. Si el sello se coloca en agua a una temperatura menor a 7 grados centígrados, el tiempo de curado antes del desaguado será incrementado.

Después de transcurrido un tiempo, para asegurar una adecuada resistencia del sello de hormigón y con la autorización del Fiscalizador, la ataguía será desaguada y la cara superior del hormigón limpia de espuma, nata y sedimentos. Antes de depositar el hormigón fresco sobre el sello, se nivelará la superficie a fin de proporcionar un espacio libre adecuado para la armadura de refuerzo de la  
capa siguiente.

**503-4.02.1.5.Vaciado neumático.-** El vaciado neumático del hormigón se permitirá únicamente si ha sido especificado en las disposiciones especiales o autorizado por el Fiscalizador. El equipo deberá funcionar de tal forma que no produzca vibraciones que puedan dañar el hormigón fresco. El equipo por usarse en el vaciado neumático será de clase y capacidad adecuadas para el tipo de trabajo.

La distancia, desde el punto de descarga hasta el depósito, no será mayor de 10 m. La línea de descarga será horizontal o hacia arriba de la máquina.

**503-4.02.1.6.Bombeo.-** El vaciado del hormigón por bombeo se permitirá únicamente si así se especifica en las disposiciones especiales o si es autorizado por el Fiscalizador. El equipo deberá funcionar de modo que no produzca vibraciones que puedan dañar el hormigón fresco. El equipo, para conducir el hormigón por bombeo, deberá ser de clase y capacidad adecuadas para el tipo de trabajo. No se usarán tubos de aluminio para conducir el hormigón.

La bomba deberá operarse correctamente produciendo un flujo continuo de hormigón sin cavidades de aire. Cuando el bombeo se haya completado, el hormigón remanente en la tubería, si va a usarse, deberá ser expulsado, sin que el hormigón se mezcle con elementos extraños o exista segregación de sus materiales. El hormigón depositado por bombeo será trabajado como se indica en el numeral 503-4.02.1.

**503-4.02.2.Juntas de construcción.-** Debido a una emergencia, puede ser necesario detener la colocación del hormigón sin haberse terminado una sección de trabajo programada; en este caso, se realizará una junta de construcción. Una vez interrumpido el vaciado del hormigón, se quitarán todas las acumulaciones de mortero salpicadas sobre las armaduras y superficies de los encofrados, poniendo especial cuidado en que el material removido no se deposite sobre el hormigón sin fraguar y ni lo afecte en lo mínimo la adherencia hormigón-hierro.

Se cuidará que las juntas de construcción queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menos perjudiciales. Si son muy tendidas, se vigilará especialmente la segregación de la masa durante el vibrado de las zonas próximas, y si resulta necesario, se encofrarán. La colocación del hormigón no podrá detenerse hasta no tener una cara tope de por lo menos 50 centímetros. Al reanudar el hormigonado, se limpiará la junta de todo elemento extraño, lechada, árido suelto y, si hubiera sido encofrada, se picará convenientemente. A continuación, y con la suficiente anterioridad al hormigonado, se cepillará y humedecerá la superficie del hormigón endurecido saturándolo, sin encharcarlo; luego de lo cual, se reanudará el hormigonado, cuidando especialmente de la compactación en las proximidades de la junta.

Se cuidará que las juntas de construcción queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menos perjudiciales. Si son muy tendidas, se vigilará especialmente la segregación de la masa durante el vibrado de las zonas próximas, y si resulta necesario, se encofrarán. La colocación del hormigón no podrá detenerse hasta no tener una cara tope de por lo menos 50 centímetros. Al reanudar el hormigonado, se limpiará la junta de todo elemento extraño, lechada, árido suelto y, si hubiera sido encofrada, se picará convenientemente. A continuación, y con la suficiente anterioridad al hormigonado, se cepillará y humedecerá la superficie del hormigón endurecido

saturándolo, sin encharcarlo; luego de lo cual, se reanudará el hormigonado, cuidando especialmente de la compactación en las proximidades de la junta.

**503-4.03. Curado del hormigón.-** El curado del hormigón se hará de acuerdo a lo estipulado en la Sección 801 de estas especificaciones.

**503-4.04. Remoción de encofrados y obra falsa.-** Para determinar el momento de la remoción de la obra falsa y encofrados, se tomará en cuenta la localización y características de la estructura, los materiales usados en la mezcla, el clima y otras condiciones que influyen en el fraguado del hormigón. En ningún caso deberán retirarse la obra falsa y encofrados, hasta que el hormigón de la estructura en construcción pueda soportar todas las cargas previstas. Esta determinación se hará en base de la resistencia a la compresión o a la flexión que, a su vez, será comprobada mediante el ensayo de cilindros o viguetas curados bajo las mismas condiciones que las reinantes para la estructura.

La obra falsa que se utilice para soportar la superestructura de un puente de un solo tramo, no se retirará antes de 14 días después del último vaciado del hormigón en el tablero. A menos que lo permita el Fiscalizador, la obra falsa que se emplee en cualquier vano de un puente de tramos continuos o de marco rígido, no se retirará antes de 14 días después del último vaciado de hormigón en el tramo en cuestión, y en la mitad adyacente de los dos tramos contiguos.

La obra falsa que soporte losas voladizas y losas de tablero entre vigas, no se retirará antes de 10 días después del vaciado del hormigón en el tablero.

La obra falsa para cabezales que soporten vigas de acero o de hormigón prefabricado, no se retira antes de 10 días después del vaciado del hormigón en el cabezal. No se colocarán las vigas sobre dichos cabezales, hasta que el hormigón del cabezal haya alcanzado una resistencia a la compresión igual al doble del esfuerzo unitario del diseño indicado en los planos.

La obra falsa de estructuras postensadas colocadas en obra, no se retirará antes de que el acero de preesfuerzo se haya tensado.

Los soportes deberán removerse de modo que permitan que el hormigón soporte uniforme y gradualmente los esfuerzos debidos a su peso propio. La obra falsa en puentes en arco se removerá gradual y uniformemente, comenzando en el centro y procediendo hacia los arranques, para permitir que el arco reciba la carga lenta y uniformemente. La obra falsa de tramos de arcos adyacentes serán retirados simultáneamente.

En arcos de enjunta se dejarán porciones de la enjunta a construirse posteriormente a la eliminación de los puntales centrales, si esto fuere necesario para evitar estrechamientos de las juntas de expansión. No se construirán los barandales hasta que el arco sea autosoportante.

La obra falsa para alcantarillas de cajón y otras estructuras con luces menos de 5 metros, no se retirará sino hasta que el hormigón de vaciado tenga una resistencia a la compresión de al menos  $110 \text{ kg/cm}^2$ . y siempre que no se interrumpa el curado del hormigón. La remoción de la obra falsa para alcantarillas de cajón mayores, se lo hará de acuerdo a los requerimientos para el retiro de obra falsa para puentes.

La obra falsa para alcantarillas en arco no se retirará antes de 48 horas después del vaciado del hormigón soportado por aquella.

Todos los materiales de la obra falsa serán retirados completamente, y el sitio quedará en condiciones aprobadas por el Fiscalizador. Cualquier pilotaje para obras falsas de retirará hasta un mínimo de 0.60 metros bajo la superficie del terreno natural o del lecho del río o quebrada.

**503-4.05. Tolerancias.-** Las estructuras, una vez removida la obra falsa, deberán representar las líneas y cotas señaladas. Los elementos estructurales tendrán las dimensiones, forma y alineamiento indicados en los planos.

Las tolerancias admitidas en los elementos estructurales de hormigón armado serán el doble de las admitidas para hormigón precomprimido en el numeral 502-5.02. Cualquier deflexión u ondulación en una superficie, que exceda los 5 milímetros entre montantes, viguetas o largueros adyacentes, será considerada como causa para el rechazo de aquella parte de la estructura.

Las losas de puentes serán comprobadas con una regla de 3.0 metros de largo, y la distancia entre la superficie de la losa y la regla no deberá exceder de 5 milímetros en ningún punto.

Cualquier zona elevada que exceda esta tolerancia será corregida mediante el uso de una esmerilada aprobada.

#### **503-4.06. Acabados.**

**503-4.06.1.Acabado de losas de puentes.-** El acabado del hormigón en los tableros de puentes consistirá en el apisonado y enrasado de la superficie de hormigón, hasta que tenga una textura uniforme y rugosa, conformándose a la sección transversal, pendiente y alineamiento señalados en los planos. El Contratista deberá usar el equipo mecánico para el acabado, con la utilización de equipo manual para trabajos complementarios. El vaciado del hormigón en los tableros de puentes, no se permitirá hasta que el Fiscalizador compruebe que se dispone de los materiales necesarios para cubrir la sección propuesta, dentro del plazo establecido, y que el personal que opera las máquinas de acabado y curado se encuentren en la obra y en condiciones satisfactorias.

Se comprobará igualmente que las máquinas de acabado puedan desplazarse sobre toda la superficie por hormigonarse y que los alisadores puedan cubrir

hasta los extremos de los encofrados.

A menos que el Contratista proporcione una iluminación adecuada, el vaciado del hormigón deberá programarse para que las operaciones de acabado puedan ser terminadas durante las horas de luz diurna.

El hormigón para losas de puentes se colocará en un frente, aproximadamente, paralelo al eje del puente, a menos que otro procedimiento sea permitido por el Fiscalizador. La cantidad de hormigón que se coloque estará limitada a aquella que pueda ser alisada y acabada, antes de iniciarse el fraguado, con la condición de que el hormigón para losas de puentes no será colocado más allá de 3 metros por delante del apisonador.

El equipo de apisonado y acabado se soportará y operará sobre vigas o rieles, que serán firmemente asegurados en los sitios en los cuales se colocará el hormigón. Si el envasamiento se efectuara con el frente perpendicular al eje del puente, los rieles serán nivelados para compensar la deformación por la deflexión que pueda ocurrir en las vigas o el encofrado.

Los alisadores longitudinales, ya sean éstos operados a mano o a máquina, se usarán de manera que su eje longitudinal sea paralelo a la línea central del puente, con movimientos longitudinales y transversales, alisando las áreas superiores y removiendo el exceso de hormigón a las áreas bajas.

Cada pasada sucesiva del alisador deberá traslaparse con la anterior, en la mitad de su longitud, continuándose el proceso hasta obtener una superficie uniforme.

Como operación final de acabado, se dará a la superficie una textura estriada, por medio de una escoba de fibra rígida o una tira de arpillera.

### **503.a.9      Como evitar las fisuras en las superficies de hormigón**

Las losas delgadas de gran longitud, como las utilizadas en la pavimentación y canalización, son especialmente susceptibles a la fisuración al verse sometidas a condiciones ambientales desfavorables.

El terreno de sustentación de estos elementos estructurales debe ser firme, estar perfectamente nivelado, ser capaz de soportar las cargas previsibles y tener el grado de humedad adecuado en el momento de la colocación del hormigón.

El hormigón a utilizar debe estar dosificado con los contenidos mínimos de cemento y agua necesarios en función de las características de la obra.

Las operaciones de acabado de la superficie del elemento del hormigón deben reducirse al mínimo y es aconsejable que una vez finalizadas estas operaciones de acabado, la superficie sea protegida hasta que comience el proceso de



curado.

**Fisura durante la fase constructiva** Los tipos de fisuras que aparecen en los pavimentos durante la fase de construcción pueden dividirse en:

- ?? Fisuras de retracción.
- ?? Fisuras de retracción superficial.
- ?? Fisuras por deformación.

Las *Fisuras por retracción* vienen originadas por la desecación de la zona superior de la losa y pueden alcanzar profundidades superiores a los 25 mm. Estas fisuras son por lo general de trazado corto y se desarrolla más o menos paralelamente al eje central, aunque no necesariamente.

La causa principal, origen de esta fisuración, es la excesiva y rápida pérdida de humedad que se puede deber a alguna o algunas de las siguientes razones:

- ?? Terreno de sustentación seco.
- ?? Utilización de áridos secos.
- ?? La evaporación producida por el calor o los vientos secos.

Otras causas pueden ser la presencia de un exceso de finos en el hormigón, un exceso de agua en la mezcla o un retraso en el comienzo del proceso de curado.

Este tipo de fisuración se puede prevenir eliminando las causas que son su origen, esto es:

- ?? Estudiando la dosificación del hormigón, reduciendo el contenido de finos y de agua.
- ?? Humedeciendo el terreno de sustentación y los áridos utilizados en la fabricación del hormigón.
- ?? Comenzando tan pronto como sea posible el proceso de curado

Las *fisuras por retracción superficial* muy finas y superficiales se conectan entre sí, describiendo fisuras semejantes a la piel del cocodrilo. Su origen es la retracción de la pasta de cemento que ha sido transportada a la superficie por un exceso de vibrado.

También aparecen estas fisuras cuando se rocía agua sobre la superficie para facilitar las operaciones de acabado, o cuando el árido utilizado en la fabricación del hormigón porta un exceso de polvo que provoca la exudación.

El calor y la sequedad del viento son también factores causantes de este tipo de fisuras.

Las *fisuras por deformación* que se desarrollan a través de la losa son debidas a las perturbaciones que sufre el hormigón antes de su endurecimiento. Dichas

perturbaciones pueden tener su origen en alguna o algunas de las razones siguientes:

- ?? Deformación del terreno de sustentación
- ?? Movimiento de los encofrados
- ?? Desplazamiento de las barras de las armaduras
- ?? Los áridos muy absorbentes pueden dar lugar a veces a una fisuración de este tipo.

Generalmente los hormigones serán tanto más fisurables cuanto más fluidos sean.

A veces ciertos suelos sufren deformaciones al absorber humedad y en consecuencia las losas que reposan sobre estos suelos están expuestas a la fisuración por deformación del terreno, al absorber éste el agua del hormigón.

### **503.a.10      Como reparar los defectos superficiales en el hormigón**

Las fisuras que aparecen en el hormigón son los síntomas que permiten intuir la existencia de condiciones que le afecten adversamente. Por ello la reparación de las fisuras puede o no ser eficaz si dichas condiciones adversas no son primeramente eliminadas.

Antes de comenzar a reparar cualquier fisura, ésta debe quedar perfectamente limpia.

Si la fisura es fina puede ser suficiente un chorro de aire a presión. Fisuras más desarrolladas necesitan de una limpieza más cuidadosa, quitando todo el hormigón afectado por la fisuración y todo el material extraño que se puede haber introducido.

Tanto cuando se utiliza mortero como cuando se utiliza resinas epoxy para la reparación de fisuras, el hormigón debe estar perfectamente seco, extremándose las precauciones al utilizar resinas epoxy.

En aquellos casos en que la reparación tenga una finalidad fundamental estética, la elección de los materiales y métodos a utilizar debe ser muy cuidada, pues en caso contrario la reparación resaltará en el conjunto.

**Reparación con materiales asfálticos** Cuando se prevee que el elemento vaya a estar sometido a deformaciones con cierta continuidad, las fisuras deben rellenarse con productos plásticos. Estos materiales mantienen su plasticidad y permiten pequeños movimientos del hormigón sin romperse. Son especialmente aconsejables esos productos cuando se trata de evitar la filtración de agua a través de la fisura.

La aplicación de estos productos puede realizarse en caliente o en frío. Los que

aplican en caliente son una mezcla de asfalto, caucho o un filler o materiales semejantes, generalmente de color negro. Hay también filler asfáltico para su aplicación en frío aunque son preferibles los de aplicación en caliente.

Recientemente se han utilizado con ventajas las resinas de epoxy, que presentan unas ventajas de ligazón superiores siempre que las superficies de la fisura se hayan preparado adecuadamente.

**Reparaciones con mortero** Las fisuras de gran desarrollo pueden rellenarse con mortero.

El mortero utilizado estará formado por una parte de cemento Portland y dos partes y media de arena que pasa por el tamiz de 1.18 mm. El mortero tendrá una consistencia tal que una bola moldeada con la mano sea capaz de mantener su forma.

Es recomendable utilizar cemento blanco, con objeto que la reparación resalte lo menos posible.

El mortero se vierte en la fisura y se compacta por picado, alisando la superficie con una paleta de madera.

La reparación se finaliza curando el mortero bien con agua, bien con un compuesto de curado.

La ligazón entre el mortero y el hormigón se mejora utilizando productos tales como resinas epoxy y látex. Las resinas epoxy se aplican a las superficies del hormigón y el látex se puede añadir al mortero.

**Reparaciones con resinas epoxy** Las pequeñas fisuras se pueden rellenar con resinas epoxy mediante inyección.

Para ello se hacen perforaciones de unos 25 mm. de profundidad a lo largo de la fisura y a unos 60 cm. de distancia de su trazado. En estas perforaciones se colocan los dispositivos de inyección.

Una vez realizadas estas operaciones, se sella la superficie del hormigón fisurada con resina epoxy procurando dejar pequeñas perforaciones cada 15 cm. a lo largo de la fisura.

Cuando la resina superficial haya pasado el período de curado, se rellena la fisura con resina epoxy, utilizando para ello dispositivos de inyección.

Las fisuras de mayor desarrollo se pueden rellenar con un mortero epoxy que consiste en una mezcla de resina y arena normalizada en proporción de uno a tres. Una vez limpia la fisura, se vierte el mortero, asegurando el rellenado completo de la fisura mediante la colocación del mortero con elementos

adecuados como espátulas.

### **503.a.11      Como evitar los huecos en la superficie del hormigón**

Con frecuencia suelen aparecer en las superficies de hormigón que han estado en contacto los encofrados, pequeños huecos de diámetros aproximados de 15 mm. En algunas ocasiones estos huecos están cubiertos por una delgada capa de pasta seca que se desprende con la presión de los dedos, dejando a la vista el hueco previamente invisible.

Estos huecos pueden ser el resultado de bolsas de aire o de pequeñas concentraciones de agua. Son casi imposibles de evitar en superficies verticales y aparecen con seguridad en superficies inclinadas.

Se ha discutido la influencia del aire ocluido en la aparición de estos defectos superficiales; basta decir sin embargo que estos defectos se han presentado tanto antes de utilizar aire ocluido como ahora.

Estos huecos por lo general no son perjudiciales para el hormigón a no ser que el hormigón este expuesto a condiciones ambientales adversas. En estas condiciones los huecos actuando como pequeños receptáculos, pueden almacenar agua que al helarse, disgreguen el hormigón.

**Recomendaciones** Deben evitarse las mezclas viscosas con un exceso de arena.

La composición del árido debe presentar una buena Granulometría, evitando un exceso de finos en la arena.

El hormigón debe tener una consistencia ni demasiado fluida ni demasiado seca, con un asiento de 50 a 75 mm. en aquellos casos en que las características de la obra y los medios de la puesta en obra lo permitan.

La observancia de las siguientes reglas ayudará a minimizar la formación de huecos:

- ?? La colocación del hormigón no se debe realizar con excesiva rapidez, se deberá colocar el hormigón en capas de un espesor máximo de 30 cm. y vibrar cada capa.
- ?? En el caso de superficies inclinadas, la vibración debe ser la necesaria para conseguir la debida compactación.
- ?? En el caso de superficies verticales, efectuando un vibrado un poco más enérgico que el que normalmente se realiza.
- ?? Utilizando vibradores de superficies, acoplados a los encofrados.
- ?? Vibración con barra la zona del hormigón próximo a la superficie del encofrado simultáneamente a la compactación por vibración de la masa de hormigón.

- ?? Utilizando encofrados provistos de finísimas ranuras que permitan la salida de agua y aire pero no de mortero.
- ?? Utilizando en aquellos casos en que la ausencia de huecos sea una exigencia primordial y los costos lo permitan, encofrados provistos de forros absorbentes.

**Reparación** En ocasiones se hace necesario reparar las superficies de hormigón, rellenando los huecos.

Un primer método consiste en extender sobre la superficie de hormigón, previamente humedecido, un mortero de consistencia seca, constituido por una parte de cemento y dos de arena que pase por el tamiz de 1.18 mm. Acabado el extendido se limpia la superficie del hormigón con una llana, comprobando que los huecos hayan quedado rellenos y a nivel de la superficie. Posteriormente se realizará el proceso de curado, bien con agua, bien con productos de curado. Es recomendable utilizar cemento blanco.

Un segundo método consiste en el extendido de un mortero de menor consistencia, sometiendo posteriormente la superficie del hormigón a un cepillado con carborundo.

Un espesor recomendado para la capa de mortero es de 0.75 milímetros.

**503-4.06.2.Acabado de superficies que no sean losas.-** A las superficies del hormigón colocado en columnas, muros y otras estructuras que no sean losas de puentes, se aplicará un acabado de acuerdo a los siguientes detalles:

- a) Clase 1 (Acabado corriente).

Este acabado consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. Esta clase de acabado se aplicará a superficies que no sean visibles desde la vía.

- b) Clase 2 (Acabado a ladrillo frotador).

Al remover los moldes o encofrados, las superficies serán humedecidas completamente con agua y se aplicará el acabado Clase 1. Cuando el mortero haya fraguado, la superficie será frotada con una piedra de carborundo grueso y se usará una pequeña cantidad de mortero hasta que desaparezcan las irregularidades. Se aplicará otra frotada con piedra de carborundo fino y agua. Cuando esté seca la superficie, se la limpiará con arpillera, dejándola libre de polvo. Esta clase de acabado se aplicará a todas las superficies que sean visibles desde la vía, con excepción de losas de puentes y pavimentos, los cuales serán acabados de acuerdo al numeral 503-4.06.1 y Capítulo 300 respectivamente.

El mortero deberá estar compuesto por cemento y arena fina mezclados en las proporciones especificadas para hormigones usados en acabados.

### **503-5. Juntas de dilatación y apoyos.**

**503-5.01. Juntas de dilatación y contracción.-** Las juntas de expansión y contracción se realizarán de acuerdo con los planos o conforme indique el Fiscalizador.

Juntas abiertas se construirán en los lugares señalados en los planos, mediante el uso de tiras de madera, chapas metálicas u otro material removible, aprobado por el Fiscalizador. El retiro de las plantillas de madera se realizará sin dañar las aristas del hormigón. El refuerzo no se extenderá a través de las juntas abiertas, a menos que así lo indiquen los planos.

Las juntas de expansión rellenadas se construirán en forma similar a las juntas abiertas. Cuando se especifique el empleo de juntas de expansión premoldeadas, el espesor del material de relleno por instalarse será el fijado en los planos. El material por usarse estará de acuerdo con la Sección 806 de estas especificaciones.

Deberá colocarse cubrejuntas de metal, caucho o plástico, como indiquen los planos.

Los rellenadores preformados contarán con los agujeros para recibir las espigas donde señalen los planos. El rellenador para cada junta deberá ser suministrado en una sola pieza para la profundidad y ancho completos requeridos.

Cuando se autorice la utilización de más de una pieza en la junta, las uniones serán aseguradas firmemente manteniendo su forma, por medio de grapas u otra forma eficaz de sujeción que sea aprobada por el Fiscalizador.

Si durante la construcción se produce una abertura mayor de 0.3 centímetros en una junta que será sometida a tránsito, dicha abertura deberá rellenarse totalmente con asfalto caliente u otro material de relleno aprobado, según lo indique el Fiscalizador.

Las aberturas en las juntas de expansión serán las diseñadas en los planos a temperatura normal y se tendrá especial cuidado en no disminuir el espacio. Se colocarán dispositivos para la impermeabilización de las juntas, cuando así se estipule en los planos u ordene el Fiscalizador. Los ángulos, chapas u otras formas estructurales empleados en juntas serán elaborados con precisión para darles la forma exacta, de acuerdo con la sección de la losa de hormigón. La fabricación y pintura se realizarán de acuerdo a los requisitos pertinentes de estas especificaciones. Cuando los planos o las especificaciones especiales así lo indiquen, estas piezas serán galvanizadas en lugar de pintadas. Se tendrá especial cuidado de que la superficie quede nivelada y recta y se emplearán

métodos adecuados para colocar las juntas y conservarlas en su posición correcta durante el vaciado del hormigón.

**503-5.02. Cubrejuntas.-** Los materiales usados en cubrejuntas estarán de acuerdo a lo indicado en la Sección 806 de estas especificaciones. Las planchas de cobre u otro material aprobado por el Fiscalizador para cubrejuntas serán del ancho y forma indicados en los planos y ordenados por el Fiscalizador. La plancha de cobre en cada junta deberá ser de una sola pieza continua y, cuando se autorice más de una pieza, las uniones deberán conectarse mediante soldadura, de manera que se forme una unidad completamente hermética contra el paso del agua. Cuando se especifique el uso de cubrejuntas de caucho, éstas se moldearán en una sola pieza; el material usado será denso y homogéneo en toda su sección transversal.

Las tiras y piezas de conexión deberán ser curadas de manera que cualquier sección resulte densa, homogénea y exenta de porosidades.

Las uniones o empalmes efectuados en la obra serán vulcanizados o mecánicos, utilizando piezas de acero inoxidable o el mismo tipo de caucho de la cubrejunta. Durante el período de vulcanización, los empalmes serán sujetos con grapas adecuadas; el material en los empalmes será denso y homogéneo a través de toda su sección. Todos los empalmes deberán tener una resistencia a la tensión no menor del 50% de la resistencia correspondiente al material no empalmado.

Otro tipo de juntas deberán especificarse claramente en los planos y serán aprobadas por el Fiscalizador.

**503-5.03. Apoyos.-** Las placas y ensamblajes de apoyo, articulaciones y otros dispositivos de expansión se construirán de acuerdo a los detalles indicados en los planos. Los pernos de anclaje en pilares, estribos o pedestales se ajustarán con cuidado en el hormigón durante su vaciado o se colocarán en orificios formados durante el hormigonado o realizados después del fraguado.

Los orificios podrán formarse mediante la utilización de tacos de madera, tubos metálicos u otros dispositivos aprobados por el Fiscalizador.

## **503-6. Hormigón Ciclópeo.**

**503-6.01. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la mezcla de hormigón de cemento Portland y piedra colocada en forma adecuada, de acuerdo a las presentes especificaciones, en concordancia con lo indicado en los planos y lo ordenado por el Fiscalizador.

**503-6.02. Materiales.-** El hormigón ciclópeo estará constituido por hormigón de cemento Portland, clase B y por un 40 por ciento de piedra, salvo

que en los planos o disposiciones especiales se señalen otras características. El hormigón de cemento Portland deberá satisfacer las exigencias previstas en la Sección 801.

La piedra para el hormigón ciclópeo deberá satisfacer las exigencias previstas en el subsección 818-3 de estas especificaciones.

**503-6.03. Procedimiento de trabajo.-** El hormigón ciclópeo se formará por la colocación alternada de capas de hormigón de cemento Portland y piedras, que quedarán rodeadas y embebidas completamente en el hormigón. Las piedras serán saturadas con agua antes de su colocación. El colocado de la piedra deberá realizarse de tal forma de no dañar los encofrados o la capa de hormigón adyacente:

En paredes o pilas de espesores mayores a 60 centímetros se usarán piedras transportables manualmente y quedarán rodeadas por lo menos de 15 centímetros de hormigón, y ninguna piedra estará a menos de 15 centímetros de la superficie interior de los encofrados y a 30 centímetros de la superficie superior.'

En paredes o pilas de espesores mayores a 1.20 metros se utilizarán piedras transportables mecánicamente. Cada piedra quedará rodeada por lo menos de 30 centímetros de hormigón y ninguna estará a menos de 60 centímetros de la superficie superior y a 15 centímetros de la superficie de encofrados.

El hormigón de cemento Portland se dosificará, mezclará y transportará conforme a las exigencias previstas en la subsección 503-3. El hormigón ciclópeo será apisonado con el equipo adecuado o mediante vibrador, según ordene el Fiscalizador.

El acabado, en las superficies de las obras construidas con hormigón ciclópeo, deberán estar de acuerdo con lo estipulado en el numeral 503-4.6. Las superficies terminadas deberán ser lisas y estar en concordancia con lo señalado en los planos o fijado por el Fiscalizador. Los agujeros para drenaje y descarga se ejecutarán de acuerdo con los detalles señalados en los planos o por el Fiscalizador.

**503-6.04. Ensayos y Tolerancias.-** La calidad del hormigón de cemento Portland se controlará de acuerdo con lo estipulado en el numeral

503-3.3 y Sección 801 de las presentes especificaciones.'

Se determinará la aceptabilidad de las piedras de acuerdo a lo establecido en la subsección 818-3.

**503-7. Elementos Prefabricados de Hormigón Armado.**



**503-7.01. Descripción.-** Este trabajo consiste en la fabricación, transporte y puesta en obra de elementos prefabricados de hormigón.

Se consideran como elementos prefabricados de hormigón armado aquellos ejecutados en instalaciones industriales fijas y que, por tanto, no son realizados en obra.

**503-7.02. Materiales.-** Los materiales a emplearse en la fabricación de elementos prefabricados de hormigón armado satisfarán los requerimientos previstos en el subsección 503-2, además de las exigencias previstas en los planos y disposiciones especiales.

**503-7.03. Transporte, almacenamiento y manipuleo.-** El transporte, almacenamiento y manipuleo de elementos prefabricados de hormigón armado se lo realizará de igual forma que en el numeral 502-6.03.

**503-7.04. Ensayos y Tolerancias.**

**503-7.04.1.Ensayos.-** El Fiscalizador podrá realizar inspecciones de los procesos de fabricación y ordenar la toma de muestras de materiales para su ensayo, de acuerdo a lo indicado en el numeral 503-3.3, siempre que lo considere necesario.

**503-7.04.2.Tolerancias.-** Los elementos prefabricados de hormigón armado satisfarán los requerimientos previstos en el numeral 503-4.05 y lo concerniente del numeral 502-6.04.2.

**503-8. Medición y pago.**

**503-8.01. Medición.-** Las cantidades a pagarse por estos trabajos serán los metros cúbicos de hormigón simple o ciclópeo satisfactoriamente incorporados a la obra.

Cualquier deducción por objetos embebidos en el hormigón o volúmenes de agujeros de drenaje, será efectuado de acuerdo a lo indicado por el Fiscalizador.

Las cantidades de acero de refuerzo serán medidas para el pago, de acuerdo con el numeral 504-5.01.

Los ensamblajes, placas y otros dispositivos metálicos para apoyos y juntas serán medidos de acuerdo a lo estipulado en el numeral 505-6.01 de estas especificaciones.

No se harán mediciones ni pagos por concepto de encofrados, obra falsa o andamio, arrastre de aire en el hormigón, formación de agujeros de drenaje, ni acabado de superficies.

**503-8.02. Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en la subsección anterior, se pagarán a los precios contractuales para los rubros más adelante designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del hormigón simple o ciclópeo para estructuras, alcantarillas, construcción de juntas, u otros dispositivos en el hormigón para instalaciones de servicio público, construcción y retiro de encofrados y obra falsa, así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
503 (1) Hormigón estructural de cemento Portland, Clase A (*).	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
503 (2) Hormigón estructural de cemento Portland, Clase B (*).	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
503 (3) Hormigón estructural de cemento Portland, Clase C (*).	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
503 (4) Hormigón estructural de cemento Portland, Clase D (*).	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
503 (5) Hormigón Ciclópeo.	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

(\*) (Indicar resistencia del hormigón en Kg/cm<sup>2</sup>)

## SECCION 504. ACERO DE REFUERZO

**504-1. Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo para hormigón de la clase, tipo y dimensiones señalados en los documentos contractuales.

A menos que en las disposiciones se disponga lo contrario, no se incluirá el acero de refuerzo de los elementos de hormigón precomprimido, el que se pagará como parte del elemento estructural precomprimido, de acuerdo a lo indicado en el Sección 502.

**504-2. Materiales.-** Las barras corrugadas de acero de refuerzo, las mallas de alambre de acero de refuerzo y el alambre y barras lisas de acero, satisfarán las exigencias previstas en la Sección 807.

Las superficies estructurales que se empleen como armaduras en el hormigón, satisfarán los requisitos previstos en la Sección 505.

Existen cuatro clases de acero de refuerzo: barras corrugadas, mallas de alambre, alambre y barras lisas de acero, las cuales deberán satisfacer los requisitos establecidos en las normas INEN 101, INEN 102, INEN 103, INEN 104 y en la Sección 807 de estas especificaciones.

### 504.a Acero de refuerzo

Este ítem norma el suministro y colocación del acero corrugado y liso, en lo referente a secciones y detalles están deberán constar en los planos. El refuerzo debe cumplir los requisitos técnicos del INEN y en el caso de no existir recurrir a los indicados en las Especificaciones Técnicas Complementarias 807.a. “Acero de refuerzo”.

### 504-3. Procedimiento de trabajo.

**504-3.01. Almacenamiento y conservación.-** Antes de pedir el material, las planillas de armaduras serán sometidas por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador y no se hará ningún pedido de materiales hasta que dichas planillas estén aprobadas.

La aprobación de las planillas de armaduras por parte del Fiscalizador, no relevará, en forma alguna, al Contratista de su responsabilidad respecto de la exactitud de tales planillas y del suministro de acero de refuerzo que deberá cumplir con todos los requerimientos del contrato. Cualquier gasto, en conexión con modificaciones del material suministrado, de acuerdo a las planillas, para cumplir con los planos serán de cuenta del Contratista.

El acero de refuerzo deberá ser almacenado en plataformas u otros soportes

adecuados, de tal forma que no esté en contacto con la superficie del terreno. Deberá protegérselo, hasta donde sea posible, para evitar daños mecánicos y deterioro por oxidación.

#### **504.d          Epóxico de recubrimiento para el acero**

Para el acero de refuerzo, en casos especiales que se requiera recubrirlos con epóxicos, se seguirán las siguientes recomendaciones:

- ?? Aplicar antes de oxidarse, o.
- ?? Después de limpiar el óxido.
- ?? Espesores de recubrimiento 178 a 305 micrómetros.
- ?? Llama de corte no debe ser permitida en aceros con recubrimiento epóxico.

**504-3.02. Preparación, doblado y colocación del refuerzo.-** Las barras y el alambre de acero serán protegidos en todo tiempo de daños y, cuando se los coloque en la obra, estarán libres de suciedad, escamas sueltas, herrumbrado, pintura, aceite u otra sustancia inaceptable.

**504-3.02.1.Doblado.-** Las barras se doblarán en la forma indicada en los planos. Todas las barras se doblarán en frío, a menos que permita el Fiscalizador otra cosa. Ninguna barra parcialmente empotrada en el hormigón será doblada, a menos que así lo indiquen los planos o lo permita expresamente el Fiscalizador. Los radios para el doblado deberán estar indicados en los planos. Cuando no lo estén, el doblado se lo hará como se especifica en la Tabla 504-3.1.

**Tabla 504-3.1.**

<b>DIAMETRO (mm.)</b>	<b>RADIO MINIMO</b>
8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 y 25	3 diámetros
28 y 32	4 diámetros
Mayores que 32	5 diámetros.

**504-3.02.2.Colocación y amarre.-** Las barras de acero se colocarán en las posiciones indicadas en los planos, se las amarrará con alambre u otros dispositivos metálicos en todos sus cruces y deberán quedar sujetas firmemente durante el vaciado del hormigón. El espaciamiento de la armadura de refuerzo con los encofrados se lo hará utilizando bloques de mortero, espaciadores metálicos o sistemas de suspensión aprobados por el Fiscalizador. No se

permitirá el uso de aparatos de plástico, madera o aluminio.

El recubrimiento mínimo de las barras se indicará en los planos. La colocación de la armadura será aprobada por el Fiscalizador antes de colocar el hormigón.

#### **504.c      Espaciamiento y protección del refuerzo**

Se normarán por el reglamento de Diseño del A.C.I. 318. en su sección 7.6.- Espaciamiento límites para refuerzos, Y 7.7 protección del hormigón para el acero de refuerzo. Las barras en su ubicación no deberán variar más de 1/12 del espaciamiento entre cada una de ellas.

Por ningún motivo el recubrimiento mínimo a la superficie del refuerzo será menor a 25 mm. y se guiarán por las indicaciones de los planos.

**504-3.02.3.Empalmes.-** Las barras serán empalmadas como se indica en los planos o de acuerdo a las instrucciones del Fiscalizador. Los empalmes deberán hacerse con traslapes escalonados de las barras. El traslape mínimo para barras de 25 mm. será de 45 diámetros y para otras barras no menor de 30 diámetros. Empalmes mediante soldadura a tope o dispositivos de acoplamiento mecánico serán permitidos únicamente si lo especifican los planos o cuando lo autorice el Fiscalizador por escrito. Estos empalmes deberán desarrollar al menos el 90 por ciento de la máxima resistencia a la tracción de la barra. Cualquier desviación en el alineamiento de las barras a través de un empalme a tope soldado o mecánico, no deberá exceder de 6 milímetros por metro de longitud.

La sustitución de barras será permitida únicamente con autorización del Fiscalizador; las barras reemplazantes tendrán un área equivalente o mayor que la del diseño.

#### **504.b      Acoples mecánicos**

Cuando se indiquen en los planos, acoples mecánicos pueden ser utilizados para unir aceros de refuerzo, de acuerdo a especificaciones establecidas por el Departamento de Especificaciones de Materiales D-9-4510, en caso de no existir especificaciones, estos acoples mecánicos serán aprobados por la Fiscalización, sin embargo no deberán usarse acoples de caña o manguito para refuerzos cubiertos o protegidos por epóxicos.

Las resistencias de los acoples mecánicos deberán ser igual o superior al 125 % de la resistencia del refuerzo base

**504-4. Ensayos y Tolerancias-** El Contratista entregará al Fiscalizador certificados de cumplimiento para todo el acero de refuerzo utilizado en la obra.

Cuando el Fiscalizador lo pidiere también entregará copias de los informes de la fábrica en donde constan los análisis de las características físicas y químicas del

acero. El Fiscalizador siempre tendrá el derecho de tomar muestras de acero entregado a la obra y ensayarlas para comprobar la calidad certificada.

Los ensayos por realizarse y las tolerancias de fabricación estarán de acuerdo con lo indicado en la Sección 807.

#### **504-5. Medición y Pago.**

**504-5.01. Medición.-** Las cantidades a pagarse por suministro y colocación del acero de refuerzo, de acuerdo a lo descrito en esta sección, serán los kilogramos de barras de acero y los metros cuadrados de malla de alambre aceptablemente colocados en la obra. El alambre de refuerzo que se use como armadura de refuerzo, será medido a razón de 0.008 kg. por centímetro cúbico.

Los pesos de las barras de acero de refuerzo, se determinarán según lo indicado en las normas INEN respectivas. Los pesos que se miden para el pago incluirán los traslapes indicados en los planos o aprobados por el Fiscalizador.

La medición de la malla de alambre, colocada como refuerzo del hormigón, comprenderá el área cubierta, sin compensación por traslapes. No se medirán para el pago el alambre u otro material utilizado para amarrar o espaciar el acero de refuerzo.

Si se empalman barras por soldadura a tope, se considerará para el pago como un peso igual al de un empalme traslapado de longitud mínima.

El peso de la armadura de refuerzo de barandas no se medirá para el pago, cuando las barandas se paguen en base al metro lineal. El peso de armaduras de refuerzo en pilotes y vigas prefabricadas y en otros rubros en los que la armadura se incluye en el precio contractual del rubro, no se medirán para el pago.

Si hay sustitución de barras a solicitud del Contratista, y como resultado de ella aumenta la cantidad del acero, sólo se pagará la cantidad especificada.

**504-5.02. Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios del contrato para los rubros más adelante designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro y colocación del acero de refuerzo, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

#### **Nº del Rubro de Pago y Designación**

#### **Unidad de Medición**

504 (1) Acero de refuerzo en barras (\*).....Kilogramo (Kg.)

504 (2) Acero de refuerzo de malla de alambre (\*\*)......Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

(\*) (Indicar esfuerzo a la fluencia)

(\*\*) (Indicar tipo de malla)

## SECCION 505. ESTRUCTURAS DE ACERO

**505-1. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de estructuras de acero, de acuerdo a los detalles indicados en los planos, en la forma establecida en estas especificaciones y en las disposiciones especiales.

El Contratista suministrará, fabricará y erigirá las estructuras de acero, construirá y retirará todas las construcciones provisionales, y realizará todos los trabajos requeridos para la terminación total de las estructuras de acero.

Los detalles de las conexiones para puentes de carretera que el Contratista elija utilizar en la obra, se conformarán según las normas y especificaciones de la AASHO vigentes para puentes. Para puentes ferroviarios, satisfarán las normas y especificaciones de la ARFA en vigencia y las estipulaciones de las disposiciones especiales. Para puentes peatonales, satisfarán las normas y especificaciones de la AISC en vigencia y las estipulaciones de las disposiciones especiales.

**505-2. Materiales.-** La clase de acero estructural, remaches, pernos, pernos calibrados, pernos de alta resistencia y todo material concerniente a estructuras de acero, estará de acuerdo con lo indicado en este Capítulo y en la Sección 823 de estas especificaciones.

**505-3. Condiciones generales.-** El Contratista notificará al Fiscalizador, por lo menos con 10 días de anticipación, el inicio de la construcción de cualquier pieza de acero estructural. Antes de empezar la construcción, entregará al Fiscalizador certificados de cumplimiento que comprueben la calidad de todo el acero estructural por utilizarse, a menos que se especifique de otra manera; suministrará también al Fiscalizador un juego completo de todos los pedidos de materiales estructurales. El Contratista dará su total cooperación al Fiscalizador, suministrando el material y la mano de obra necesarios, para realizar las pruebas de los materiales utilizados en la estructura de acero. Se harán los arreglos necesarios y se darán todas las facilidades del caso para que el Fiscalizador o sus representantes tengan libre acceso a cualquier parte de la fábrica o talleres donde se realicen trabajos relacionados con la fabricación de los elementos de la estructura de acero.

La aprobación en la fábrica de cualquier material o elemento terminado, no impedirá el reclamo posterior, si se les encuentra defectuosos en el sitio de la obra.'

'El Contratista, salvo si en los documentos contractuales o disposiciones especiales se indica otra cosa, está obligado:

- A comprobar en obra las cotas fundamentales de replanteo de la estructura



de acero.

- A la ejecución, en taller, de la estructura.
- Al almacenaje, transporte, manejo y montaje de aquella.
- Al suministro y erección de todos los andamios y elementos de elevación y auxiliares que sean necesarios, tanto para el montaje como para la realización de las inspecciones.
- A la prestación del personal y materiales necesarios para la prueba de carga de la estructura, si esta estuviera especificada en los documentos contractuales o disposiciones especiales.
- A enviar al Contratista de las obras de hormigón, en caso de ser otro distinto, dentro del plazo previsto en el contrato, todos aquellos elementos de la estructura que deban quedar anclados en la obra no metálica.

#### **505-4. Procedimiento de trabajo.**

##### **505-4.01. Fabricación y ensamblaje.**

###### **505-4.01.1. Mano de obra y fabricación de elementos.**

**505-4.01.1.1. Mano de obra.-** La mano de obra y el acabado estarán conformes a las mejores prácticas generales de las fábricas o talleres modernos de estructuras de acero.

Las partes que estarán expuestas a la vista tendrán un acabado nítido. El cizallamiento, los cortes a soplete y el martilleo o cincelamiento, se ejecutarán en forma precisa y cuidadosa. Todas las esquinas y filos agudos, así como los filos que se produzcan por cortes y asperezas durante el manejo o erección, serán debidamente redondeados con esmeril o métodos adecuados.

**505-4.01.1.2. Fabricación.-** Las placas de acero serán cortadas y fabricadas de tal manera que la dirección primaria de laminación de las placas sea paralela a la dirección en la cual se produzca el principal esfuerzo en el elemento fabricado, durante el servicio.

**505-4.01.2. Enderezada de materiales y corte a soplete-** Todo material laminado estará completamente recto antes de ser colocado o trabajado. Si fuera necesario enderezar algún elemento en la obra, se lo hará utilizando métodos que no dañen el metal y que sean aprobados por el Fiscalizador.

El enderezamiento de aceros ASTM A514 o ASTM A517, utilizando calor, se lo hará únicamente con procedimientos controlados rigurosamente y aprobados por el Fiscalizador. En ningún caso la temperatura máxima del acero excederá de 600 grados centígrados.

El acero o hierro forjado podrá ser cortado a soplete, siempre que el metal a cortarse no esté soportando esfuerzo alguno durante esa operación. El corte producirá una superficie lisa y regular, usando una guía mecánica.

### **505-4.01.3.Uniones.**

**505-4.01.3.1.Agujeros.-** Todos los agujeros para pernos o remaches podrán ser punzonados o perforados al diámetro nominal, o bien punzonados o perforados con diámetro menor que el nominal, y luego escariados o fresados hasta obtener el diámetro correcto.

Como norma general, los agujeros para remaches y pernos se ejecutarán con taladro; queda prohibida su ejecución mediante soplete o arco eléctrico.

Los agujeros terminados para pernos y remaches serán cilíndricos y perpendiculares a la dirección de la junta, y no serán mayores a 1.5 mm. del diámetro nominal del perno. Los agujeros serán recortados en forma limpia y precisa, sin filos rotos ni rasgados; se eliminarán todas las rebabas, filos agudos y otras irregularidades que impidan el ajuste preciso de las partes. Los agujeros mal punzonados o mal perforados no serán corregidos mediante soldadura, a menos que el Fiscalizador lo apruebe.

Se comprobará la coincidencia de todos los agujeros punzonados al diámetro nominal, subpunzonados o subperforados, introduciendo un calibre cilíndrico de diámetro tres milímetros menor que el diámetro nominal del agujero; este deberá pasar suavemente, perpendicular a la cara del miembro, sin necesidad de ensanchar el agujero en por lo menos el 75% de los agujeros continuos en un mismo plano; si algún elemento no pasara esta prueba, será rechazado.

Si por cualquier agujero no pasara un calibre de diámetro 5 milímetros menos que el diámetro nominal del agujero punzonado, será causa suficiente para rechazarlo.

El punzonamiento, perforado y escariado o fresado se conformará a lo siguiente:

- a) Cuando el material sea de un espesor mayor a 20 mm., no se permitirá el punzamiento del acero estructural.
- b) La perforación al diámetro total se hará con las partes ensambladas o con una plantilla de acero; también podrá hacerse con equipo de taladro múltiple, si el Fiscalizador lo aprueba.

Cuando los agujeros sean perforados para luego ser fresados, se los hará de un diámetro 6 mm. menos que el diámetro que tendrá el agujero terminado.

Cuando se utilicen plantillas para perforar, este trabajo se permitirá únicamente después de que las plantillas hayan sido colocadas en forma precisa y firmemente aseguradas con abrazaderas o con pernos. Si los elementos de la estructura se perforan cuando estén ensamblados, las

partes serán aseguradas en conjunto, mientras se efectúa la perforación.

Se permitirá la perforación de varias placas en conjunto, con taladros múltiples, si todas las partes están firmemente unidas con abrazaderas durante la perforación, y si las brocas de perforación permanecen en posición perpendicular al plano de la obra durante esta operación.

- c) El escariado se hará después de que las piezas que forman un elemento compuesto sean ensambladas y firmemente empernadas, de tal manera que las superficies se hallen en íntimo contacto, o después que las plantillas hayan sido aseguradas en su posición sobre dicho elemento. De ser necesario, se separarán las piezas antes de realizar el empernado y se eliminarán las virutas del taladrado. Cuando sea necesario separar los elementos para el embarque o el manejo, las piezas que fueron fresadas en conjunto, llevarán marcas de coincidencia, de manera que sean reensambladas en la misma posición.

Las plantillas utilizadas para el trabajo de fresado tendrán manguitos de acero endurecido, y los agujeros estarán cuidadosamente dimensionados.

Las plantillas tendrán líneas de referencia que permitan su colocación precisa sobre el elemento o miembro que va a ser fresado. Las plantillas serán colocadas convenientemente sobre el miembro, y se asegurarán en su posición con abrazaderas o pernos. Las plantillas que se usen para el escariado de miembros que se empatan o para el fresado de las caras opuestas de un miembro, serán duplicados exactos.

Los agujeros en material ensamblado que será fresado, no incluirán agujeros que han sido punzados o perforados al diámetro nominal total, conjuntamente con agujeros que han sido punzados o perforados a un diámetro menor.

**505-4.01.3.2.Uniones remachadas.-** Los remaches, antes de su calentamiento, tendrán el tamaño indicado en los planos. Las cabezas de los remaches tendrán forma estándar, a no ser que se especifique otra cosa; y serán de tamaño uniforme para el mismo diámetro. Serán macizos, bien contruidos, concéntricos con los agujeros de los remaches, y estarán en total contacto con la superficie del miembro.

Los remaches se proveerán en cantidad suficiente para facilitar el trabajo en la obra y permitir el remachado completo de la estructura. Se los calentará uniformemente hasta adquirir un color rojo cereza claro, y se colocarán mientras

están calientes. Cualquier remache cuya punta resulte más roja que el cuerpo no se colocará. Cuando un remache se encuentre listo para su colocación, estará libre de vestigios de escoria, escamas u otra materia adherida.

Todos los remaches que presenten defectos una vez puestos en obra, serán reemplazados.

La colocación de remaches en taller se lo podrá hacer usando una remachadora de acción directa o martillos neumáticos de tamaño apropiado.

No se colocarán remaches con golpes a mano. Las rebabas que eventualmente puedan quedar alrededor de la cabeza, deberán eliminarse.

**505-4.01.3.3.Uniones con pernos.-** Las especificaciones de este numeral no incluyen el uso de pernos de alta resistencia, a los cuales se hace referencia en el siguiente numeral.

Las uniones con pernos se usarán únicamente si así se indica en los planos o disposiciones especiales. Los pernos tendrán una sola tuerca autotrabada o dos tuercas, a no ser que se indique otra cosa en los planos o disposiciones especiales.

Se colocará una arandela bajo la tuerca. Si las superficies exteriores de las partes unidas son inclinadas, se empleará arandela de espesor variable, con el ángulo conveniente para que la apertura sea uniforme.

Las tuercas se apretarán a fondo, preferentemente con medios mecánicos. Es recomendable bloquear las tuercas en las estructuras no desmontables, empleando un sistema adecuado.

**505-4.01.3.4.Uniones con pernos de alta resistencia.-** A menos que se especifique de otra manera, las uniones empernadas se harán utilizando pernos de acero de alta resistencia y uniones que trabajen a base de fricción, que estén de acuerdo a lo exigido en las especificaciones para pernos. AASHTO M164 (ASTM A325) o AASHTO M253 (ASTM A490).

Todos los pernos serán instalados con una arandela endurecida, colocada debajo de la cabeza del perno y de la tuerca. Las superficies de contacto de cabezas de pernos y tuercas estarán limpias y libres de cualquier defecto o sustancia extraña que puede impedir el agarre adecuado.

Las superficies de las piezas por unir deberán acoplarse perfectamente entre sí, después de realizada la unión. Estas superficies estarán suficientemente limpias y sin pintar. La grasa se eliminará con disolventes adecuados.

Los pernos se ajustarán, por cualquier método aprobado a la tensión requerida. Los pernos de una unión se apretarán al ochenta por ciento del momento torsor

final, empezando por los situados en el centro. Se terminarán de apretar en una segunda vuelta.

El valor del momento torsor, para desarrollar la tensión de los pernos, será comprobado por el Contratista en los lugares escogidos por el Fiscalizador, y en su presencia, de tal manera que se pueda leer en la escala de la llave de torsión durante la operación. Las llaves de torsión serán calibradas cuando el

Fiscalizador lo estime conveniente.

Las tuercas se colocarán, siempre que sea posible, en el lado del elemento que no sea visible desde la calzada. Las tuercas para pernos parcialmente empotrados en el hormigón, se colocarán en el lado del elemento que vaya a empotrarse en el hormigón.

**505-4.01.3.5.Uniones soldadas.-** Toda la soldadura estará de acuerdo a lo estipulado en la última edición de la publicación AWS D 2.0, "Standard Specifications for Welded Highway and Railway Bridges", de la "American Welding Society", además de las estipulaciones de las presentes especificaciones y de las disposiciones especiales.

La soldadura se hará de acuerdo a las mejores prácticas modernas, con personal de soldadores calificados y aceptados por el Fiscalizador. El Contratista será responsable de la calidad de la soldadura realizada, tanto en fábrica como en obra. Cualquier soldadura que en la opinión del Fiscalizador no sea satisfactoria será rechazada, pero en ningún caso esto implicará que el Contratista sea relevado de su responsabilidad por la calidad de las soldaduras efectuadas.

Las superficies a soldar serán lisas, uniformes, carentes de rebabas, desprendimientos, grasas y otros defectos que podrían afectar la calidad de la soldadura. Las superficies que se extiendan dentro de 5 centímetros de cualquier zona a soldar, no estarán pintadas ni cubiertas con otro material que podría afectar la calidad, o producir vapores o gases inconvenientes durante la realización de este trabajo.

Queda prohibido rellenar con soldaduras los agujeros practicados en la estructura para pernos o remaches provisionales de montaje.

Los miembros por soldarse serán alineados correctamente y sujetos firmemente en su posición por medio de cualquier dispositivo adecuado, incluyendo puntos de soldadura hasta que se haya completado el trabajo de soldadura; se permitirá unir estos puntos con la soldadura definitiva siempre que no presenten fisuras ni otros defectos y hayan quedado perfectamente limpios de escoria. El orden de ejecución de los cordones y la secuencia de soldadura dentro de cada uno de ellos y del conjunto será tal que, después de unidas las piezas, obtengan su forma y posición relativas definitivas, sin necesidad de un enderezado o rectificación posterior, al mismo tiempo que se mantenga dentro

de límites aceptables, las tensiones residuales causadas por la contracción.

Para unir dos piezas de distinta sección, la mayor sección se adelgazará en la zona de contacto, con pendientes no superiores al 25%, para obtener una transición suave de la sección.

La soldadura no será hecha en superficies húmedas, o expuestas a la lluvia, o a vientos fuertes, tampoco cuando los soldadores estén expuestos a condiciones climáticas desfavorables.

Después de ejecutar cada cordón elemental y antes de depositar el siguiente, se limpiará la superficie con piqueta y cepillo de alambre, eliminando todo rastro de escorias.

Se tomarán las debidas precauciones para proteger los trabajos de soldadura contra el viento y especialmente contra el frío. Se suspenderá el trabajo cuando la temperatura baje de los cero grados centígrados, para evitar un enfriamiento excesivamente rápido de la soldadura.

Cuando se especifique en los planos o en las disposiciones especiales, se practicará el alivio de los esfuerzos inducidos en los miembros por la soldadura, mediante el tratamiento a calor. El tratamiento por seguir deberá contar con la aprobación del Fiscalizador, pero el Contratista será el único responsable de que los resultados sean satisfactorios.

Queda prohibido acelerar el enfriamiento de las soldaduras con medios artificiales.

De acuerdo con las instrucciones del Fiscalizador, el Contratista, a su costo, realizará por el método de radiografía la comprobación de todas las soldaduras a tope de las juntas en tensión, del 25 por ciento de las soldaduras a tope de las juntas en compresión y del 25 por ciento de las soldaduras a tope de las juntas de las vigas longitudinales de los elementos estructurales principales.

Si más del 10 por ciento de las soldaduras de las vigas a compresión radiografiadas resultan defectuosas, el Contratista estará obligado a radiografiar todo el resto de las soldaduras aún no ensayadas. Lo anterior se aplica igualmente tanto a las soldaduras en taller como en obra. Los procedimientos, equipos y materiales radiográficos estarán de acuerdo a los requerimientos estipulados en la publicación AWS D 2.0 de la "American Welding Society".

Las soldaduras se ceñirán lo más estrictamente posible a los requerimientos de los planos, y las superficies descubiertas de la soldadura serán razonablemente lisas y regulares. Sólo cuando lo autorice el Fiscalizador, se permitirán soldaduras significativamente mayores en longitud y tamaño a las especificadas en los planos.

Las soldaduras serán firmes y uniformes en toda su extensión. No existirán porosidades ni grietas en la superficie soldada.

Habrà completa fusión entre el metal de soldadura y el material base, y entre los pasos sucesivos a lo largo de la junta. Las soldaduras estarán exentas de traslape, y el metal base sin hendiduras.

Las superficies de las soldaduras se limpiarán completamente y se pintarán de acuerdo a los requerimientos de la Sección 507, después de terminado y aceptado todo el trabajo de soldadura. Las superficies que no se limpien usando un chorro de arena, deberán neutralizarse por medios adecuados antes de pintarse.

**505-4.01.3.6.Pasadores y rodillos.-** Los pasadores y rodillos se tornearán a la dimensión exacta indicada en los planos y serán rectos, lisos y sin defectos. Los pasadores y rodillos serán forjados y endurecidos al calor de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales.

Los agujeros para pasadores serán perforados al diámetro especificado, lisos y rectos, en ángulo recto con el eje del miembro y paralelos entre sí, a no ser que se indique otra cosa. La perforación de los agujeros para pasadores de miembros ensamblados se realizará después de que la operación de remachado o empernado se haya completado.

Los agujeros para los pasadores en los elementos compuestos se perforarán después del ensamblaje del elemento. Podrán perforarse antes del ensamblaje, siempre que se sigan los procedimientos autorizados por el Fiscalizador y el resultado será tal que los agujeros tengan el mismo grado de precisión en su colocación, como el que se hubiera obtenido si los agujeros hubieran sido perforados después del ensamblaje.

El diámetro de los agujeros para pasadores no excederá al diámetro del pasador en más de 0.8 milímetros.

Los pasadores se clavarán en los agujeros en tal forma que el miembro o elemento quede apoyado en todo el largo del pasador. Después del ensamblaje en el sitio, se eliminarán las rebabas de las roscas del pasador que están junto a la cara exterior de la tuerca.

**505-4.01.3.7.Roscas de pasadores y pernos.-** Las roscas de los pernos y pasadores se ajustarán exactamente a las de las tuercas, y deberán cumplir con las normas "American Standard Form" u otras similares que se indiquen en las provisiones especiales. Sin embargo, cuando el perno o el extremo roscado del pasador tenga un diámetro mayor a 4 centímetros, las roscas serán hechas con 4.2 pasos por centímetro.

**505-4.01.4. Alisado de las superficies de contacto.-** Las superficies metálicas de apoyo que van a estar en contacto con otra igual, con superficies de hormigón o con otros materiales, serán alisadas a máquina con una tolerancia de 1 milímetro en 40 centímetros, y una tolerancia total de 1.5 milímetros. Las superficies metálicas de apoyo que estarán en contacto con los apoyos preformados, apoyos elastoméricos o con mortero, serán alisadas a máquina con una tolerancia de 1 milímetro en 10 centímetros, y con una tolerancia total de 5 milímetros. Las planchas de acero que no estarán en contacto con otras superficies metálicas de apoyo, podrán ser sometidas al proceso de

enderezamiento al calor, a opción del Contratista, siempre que se mantenga las tolerancias arriba indicadas.

**505-4.01.5. Planchas dobladas.-** Las planchas de acero laminado no soldadas, dobladas en frío, cumplirán los siguientes requisitos:

- a) La línea de doblado estará en ángulo recto a la dirección del laminado.
- b) El proceso de doblado debe ser tal que no produzca la ruptura de la plancha. El radio de doblado, medido desde la superficie cóncava del metal, será mayor o igual a los valores indicados en la Tabla 505-4.1., donde T representa el espesor de la plancha.

**Tabla 505-4.1.**

<b>Angulo en el que se dobla la plancha</b>	<b>Radio mínimo</b>
61-90 grados	1.0 T
91-120 grados	1.5 T
121-150 grados	2.0 T

Si es necesario un ángulo más corto, las placas serán dobladas al calor, observándose lo establecido en el párrafo a) de este numeral, y la temperatura no excederá de 650 grados centígrados, excepto para los aceros ASTM A514 y ASTM A517. Si las placas de acero ASTM A514 o ASTM A517 son dobladas al calor, a temperaturas mayores que 610 grados centígrados, estas serán templadas utilizando procedimientos de fábrica.

- c) Antes de doblar las placas, las orillas serán redondeadas a un radio de 1.5 milímetros, en donde se realice el doblado.



**505-4.01.6.Ángulos conectores de extremos.-** Las vigas de piso, vigas longitudinales y vigas continuas que tengan ángulos de conexión en los extremos, serán construidas a longitud exacta, según lo indicado en los planos, longitud medida entre las caras externas de los ángulos de conexión, con una tolerancia de +0 a -1.5 milímetros.

En los sitios en donde se requiera continuidad, los conectores extremos serán alisados. Luego de ser alisados, el espesor de los ángulos conectores no será menor que el indicado en los planos de detalle, ni menor de 9.5 milímetros.

**505-4.01.7.Ajuste de los rigidizadores.-** Los rigidizadores en los extremos de las vigas y los rigidizadores destinados a soportar cargas, serán esmerilados o fresados para que puedan apoyarse uniformemente sobre las alas de la viga, o ser soldados, de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Cualquier espacio libre entre los rigidizadores y las alas, no excederá de 1.5 milímetros, a no ser que se especifique otra cosa en los planos.

**505-4.01.8.Elementos terminados.-** Las piezas terminadas no tendrán torceduras, dobladuras ni uniones abiertas. El Contratista informará al Fiscalizador, con anterioridad, cuándo va a iniciar los trabajos en la fábrica o taller. Ningún material será fabricado o trabajado en taller, antes de que el Fiscalizador haya sido notificado.

#### **505-4.02. Ejecución en taller.**

**505-4.02.1.Dibujos de trabajo.-** El Contratista confeccionará y suministrará gratuitamente al Fiscalizador, tan pronto como sea posible después de la suscripción del contrato, dos juegos completos y precisos de los planos de fabricación y erección de todas las estructuras de acero, maquinaria y dispositivos para su montaje y todos los detalles de ensamblaje para el armado de la estructura basados en los planos del proyecto. Ningún trabajo de fabricación se realizará antes de que los planos hayan sido revisados y aprobados por el Fiscalizador. Cualquier material que haya sido pedido por el Contratista, antes de esta aprobación, correrá a su propio cargo y riesgo.

Los dibujos de trabajo para acero estructural contendrán las dimensiones y tamaños de los elementos componentes de la estructura, en forma detallada y los detalles de todas las partes misceláneas.

No se permitirá realizar cambios en los planos aprobados, sin el permiso por escrito del Fiscalizador. Cualquier detalle que no esté suficientemente expresado o claramente indicado en los planos del contrato, será aclarado al Contratista por el Fiscalizador.

El Contratista verificará y será el único responsable de la exactitud de los planos

de fabricación, y de los ajustes estructurales y conexiones de campo. El Contratista notificará al Fiscalizador sobre cualquier error o discrepancia que existiera en los planos. En el caso de haber desacuerdo en los planos entre las dimensiones, medidas a escala y los números que representen tales medidas, prevalecerán estos últimos.

**505-4.02.2.Marcas de coincidencia.-** El Contratista marcará en forma clara e indeleble todas las partes de la estructura ensamblada en fábrica que serán soldada, o los agujeros perforados en obra.

Se entregará al Fiscalizador los planos que indiquen tales marcas.

**505-4.02.3.Ejecución en taller.-** Los trabajos de taller se realizarán de acuerdo a lo especificado en esta sección y en las secciones anteriores. Antes de proceder al trazado se comprobará que los distintos planos y perfiles presenten la forma exacta, recta o curva, y que estén exentos de torceduras. El trazado se realizará con personal especializado, respetándose las cotas de los planos de taller y las tolerancias máximas permitidas por los planos de proyecto o por las disposiciones especiales.

El corte de cualquier material puede efectuarse con sierra, cizalla o mediante soplete, observándose lo especificado en el numeral 505-4.01.2 para este último. Se eliminarán las rebabas, estrías o irregularidades de borde inherentes a las operaciones de corte.

El corte con cizalla se permitirá únicamente en planchas, perfiles planos y angulares con un espesor máximo de 15 milímetros.

Los bordes cortados con cizalla o con soplete que queden en las proximidades de uniones soldadas, se alisarán utilizando un método aprobado, en una profundidad no inferior a dos milímetros, a fin de levantar toda la capa de metal alterada por el corte; este tratamiento se dará hasta por lo menos una distancia de 30 milímetros del extremo de la soldadura.

Los elementos provisionales que por razones de montaje u otra causa sea necesario soldar a partes de la estructura, se retirarán posteriormente, utilizando soplete, y nunca a golpes, procurando no dañar a la propia estructura. Los restos de cordones de soldadura, ejecutados para la fijación de aquellos elementos, se eliminarán por cualquier método aprobado.

El Contratista tendrá en existencia un cinco por ciento más del número de pernos, y un diez por ciento más del número de remaches estrictamente necesarios, a fin de prevenir las posibles pérdidas y daños que puedan producirse durante el montaje.

Previo la ejecución de armaduras empernadas, pórticos esviajados, empalmes

esviajados, pórticos rígidos, pilares y torres empernadas, se deberá pre-armarles completamente, ajustarles cuidadosamente en alineación y contraflecha, y prepararles para la soldadura o para comprobar la coincidencia de los pernos.

Las armaduras de luces grandes se pre-ensamblarán en tramos de longitudes no menores de 3 paneles adyacentes, y los miembros se ajustarán a la alineación y contraflecha especificadas. A continuación se prepararán las uniones para soldadura, y los agujeros para conexiones en obra serán perforados o escariados mientras los miembros estén armados. En otros casos, se revisará el ajuste correcto de los pernos, si los agujeros ya hubieran sido perforados al diámetro total.

Cuando la estructura sea de tamaño excepcional, de tal forma que impida el manejo y colocación de los diversos elementos, se podrá efectuar el pre-ensamblaje de los elementos principales y secundarios, por separado.

Las uniones empernadas de las vigas de alma llena serán prearmadas, ajustando las secciones adosadas a la correcta alineación y contraflecha, y los agujeros para las conexiones en obra serán perforados o escariados mientras las diferentes secciones estén armadas. Las uniones de empalme para las vigas soldadas serán pre-ensambladas con los miembros adyacentes, ajustándose a la correcta alineación y contraflecha y preparadas para ser soldadas.

Si se trata de un lote de varios tramos idénticos, se pre-ensamblará por lo menos uno por cada diez tramos iguales, debiéndose montar en los demás solamente los elementos más importantes y delicados.

Todos los métodos de pre-ensamblaje serán compatibles con los métodos de erección a usarse, a menos que el Fiscalizador autorice por escrito otra cosa.

**505-4.02.4.Pintura.-** Todas las superficies de acero o hierro se limpiarán y pintarán de acuerdo a lo establecido en el Sección 507, a menos que por las características del acero no se requiera, y sea aprobado por escrito por el Fiscalizador.

**505-4.03. Transporte, manejo y almacenamiento.-** Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte y almacenamiento en obra, se realizarán con el cuidado necesario para no producir solicitaciones en ningún elemento de la estructura, y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura. Se cuidarán especialmente, protegiendo, si fuera necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos por utilizar en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

El peso de cada elemento estará indicado en las órdenes de despacho de taller a obra. Los elementos estructurales cuyo peso exceda de tres toneladas, llevarán una marca indicativa de su peso.

Las partes salientes de cada elemento que corran peligro de doblarse o dañarse, serán embaladas y empacadas con madera u otro material que les proteja de cualquier daño posible.

Los pasadores, elementos pequeños y los paquetes de pernos, remaches roscas y arandelas, serán despachadas en cajas o barriles cuyo peso bruto no excederá de 135 kilogramos. Una lista del material contenido en cada embalaje acompañará a cada embarque.

Si el contrato es solo para la erección, el Contratista revisará el material que se le envíe con las listas de embarque e informará por escrito, de inmediato, sobre cualquier faltante o daño existente. El Contratista será el único responsable por la pérdida de cualquier material que esté a su cargo, o por cualquier daño que se produzca después de que el material quede a su cargo.

El material por ser almacenado se colocará sobre largueros en el terreno, el cual se limpiará y drenará cuidadosamente. Los miembros que tengan longitudes considerables se almacenarán sobre largueros de madera, con pequeñas separaciones para prevenir daños por deflexión.

#### **505-4.04. Montaje.**

**505-4.04.1.Obra falsa.-** La obra falsa o andamio se diseñará adecuadamente, y su construcción y mantenimiento se realizarán de tal manera que soporte, sin asentamiento objetable, las cargas que gravitan sobre ella. El Contratista preparará y presentará al Fiscalizador los planos de detalle de la obra falsa antes de comenzar su construcción. La aprobación de estos planos por el Fiscalizador no relevará al Contratista de ninguna responsabilidad.

Las armaduras serán erigidas usando obra falsa, a menos que el Fiscalizador permita por escrito proceder de otra manera. Los materiales de la obra falsa serán removidos después que hayan cumplido con su función. Los puntales de la obra falsa serán retirados con excavación de por lo menos 0.50 metros por debajo de la superficie original del suelo. Todos los desechos y desperdicios que resulten de la construcción y retiro de la obra falsa serán eliminados, y la zona utilizada quedará completamente limpia.

**505-4.04.2.Método y equipo.-** Previo el inicio de los trabajos de erección, el Contratista informará al Fiscalizador sobre el método, cantidad y tipo de equipo que usará, los cuales estarán sujetos a su aprobación. La aprobación del Fiscalizador no relevará, de ninguna manera, la responsabilidad del Contratista sobre los trabajos a realizarse.

Ningún trabajo se realizará antes de la aprobación del Fiscalizador.

**505-4.04.3. Apoyos y anclajes.-** Todos los apoyos se colocarán en las cotas indicadas en los planos. Los apoyos de puentes se hormigonarán en su posición y nivel exactos.

De conformidad con los detalles indicados en los planos, las placas de los apoyos se colocarán sobre cojines elastoméricos o sobre una capa de mortero, y se apoyarán sobre toda su superficie inferior. Los cojines elastoméricos estarán de acuerdo con lo estipulado en los planos o en las disposiciones contractuales.

El mortero que se coloque por debajo de las placas de apoyo y en las mangas de los pernos de anclaje, tendrá una proporción en volumen de una parte de cemento Portland y tres partes de arena limpia.

Para colocar el mortero se verificará que las áreas de hormigón que estarán en contacto con él, estén exentas de todo material flojo u objetable, que pudiera

impedir la adherencia entre el mortero y la superficie de hormigón; además, estas se mantendrán totalmente húmedas por un período no menor a 24 horas, antes de la colocación del mortero.

Los pernos de anclaje para puentes serán de la forma detallada en los planos del contrato. Estos se colocarán cuidadosamente en la ubicación y nivel adecuados, utilizando plantillas u otros métodos adecuados para la sujeción de los pernos en su lugar.

Cuando se utilicen manguitos de tubo, en caso de que los planos así lo exijan, éstos se llenarán de arena y se sellarán en la parte superior con material bituminoso, hasta que se coloquen los dispositivos de apoyo. Inmediatamente antes de colocar el apoyo, se limpiará el tubo y, después de colocar el apoyo en su posición definitiva, se rellenará el cilindro o manguito con mortero de cemento en proporción 1:2. El cemento y la arena a usarse se ceñirán a los requerimientos de las especificaciones pertinentes estipuladas en la Sección 802 y la subsección 809-2 respectivamente.

Cuando el Contratista coloque los pernos de anclaje con plantillas, éstas serán lo suficientemente resistentes para soportar y mantener los pernos en su posición adecuada, de manera que éstos no se muevan durante la colocación del hormigón.

El Contratista perforará los agujeros en el hormigón para colocar los pernos de anclaje, y luego los asegurará con lechada de cemento, o los hormigonará conjuntamente con los apoyos, de acuerdo a lo que se indique en los planos o especifique el Fiscalizador.

Se tomará en cuenta cualquier variación de la temperatura ambiental en la colocación de los anclajes y rodillos, ajustando las posiciones horizontales de los apoyos para esta temperatura.

Se tendrá cuidado de no restringir el libre movimiento en los apoyos móviles, por causa de una colocación o ajuste deficientes de los apoyos o de los pernos de anclaje y tuercas.

**505-4.04.4.Montaje en general.-** Para el ensamblaje en la obra, las partes estarán cuidadosamente ensambladas como se indique en los planos, y se seguirán todas las marcas de coincidencia. El material será cuidadosamente manejado, de manera que ninguna parte resulte doblada, rota o dañada en ninguna forma. No se realizará el martilleo que pueda dañar o deformar algún miembro. Las superficies de apoyo y las superficies que estarán en permanente contacto, se limpiarán antes que los miembros sean ensamblados. Se cuidará de no pintar, ni engrasar en modo alguno, las superficies de contacto de uniones con pernos de alta resistencia.

A no ser que se utilice para el montaje el método en voladizo, las celosías se ensamblarán sobre entramados de madera provisionales, ubicados de tal manera que den a los montantes del tramo el apoyo con la contraflecha adecuada. Los entramados se dejarán en su sitio hasta que los empalmes del cordón de tracción hayan sido completamente empernados o remachados, y todas las conexiones en los nudos restantes ensambladas con sus respectivos pasadores y pernos.

Los pernos o remaches en los empalmes de juntas de tope de los miembros a compresión, así como los pernos o remaches de los barandales, no serán puestos o ajustados sino cuando se haya completado el montaje del cordón inferior.

Los empalmes y las conexiones en obra llevarán en la mitad de los agujeros, pernos y pasadores cilíndricos de erección (50% pernos y 50% pasadores), antes de iniciar el remachado o empernado con pernos de alta resistencia. Cuando se trate de empalmes y conexiones que tengan que soportar el tránsito durante el montaje, en los 3/4 del total de agujeros se colocarán pernos y pasadores.

## **505-5. Estructuras tubulares corrugadas de gran luz.**

**505-5.01. Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de alcantarillas, tubos ranurados y otros conductos o drenes con tubos o arcos de metal corrugado, de las dimensiones indicadas en los planos y de acuerdo con las presentes especificaciones. Serán colocados en los lugares, con el alineamiento y pendiente señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

Este trabajo incluirá el suministro de materiales y la construcción de juntas, conexiones, tomas y muros terminales necesarios para completar la obra de acuerdo con los detalles indicados en los planos.

Los tubos o arcos de metal corrugado que se utilicen en la carretera, serán de

acero y cumplirán con los requerimientos previstos en la Sección 821 de las presentes especificaciones.

Las dimensiones, tipos y calibres o espesores de los tubos de acero satisfarán los requerimientos de la AASHTO M36. Las estructuras tubulares corrugadas se unirán usando remaches o soldaduras de punto o de costura helicoidal, a opción del Contratista y con aprobación del Fiscalizador.

#### **505-5.02. Procedimiento de trabajo**

**505-5.02.1.Colocación.-** Las estructuras tubulares y accesorios de metal corrugado serán transportados y manejados con cuidado para evitar bolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie galvanizada o en la capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento de la estructura, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos aprobados por el Fiscalizador.

La excavación y relleno estructural se realizarán de acuerdo con lo previsto en la Sección 303.

Las secciones de estructura tubular se colocarán en su sitio, empezando por el extremo, aguas abajo, con el traslape circunferencial interior orientado, también, aguas abajo. El lecho sobre el cual se apoye la estructura tubular corrugada será preparado en tal forma que ofrezca un apoyo firme y uniforme a todo lo largo de la estructura. Toda sección mal alineada, indebidamente asentada o dañada será extraída, recolocada o reemplazada por el Contratista a su cuenta.

Los arcos de acero corrugado se instalarán siguiendo los planos y las instrucciones detalladas de montaje.

Cuando así se haya indicado en los planos, el diámetro vertical de la estructura tubular redonda será aumentado en un 5%, por medio del estiramiento en fábrica, o, empleando gatos, después de que toda la estructura haya sido colocada y asentada, antes de comenzar con el relleno. Se conservará este estiramiento vertical por medio de soleras y puntales, hasta que el terraplén esté terminado, salvo que el Fiscalizador autorice otro procedimiento.

**505-5.02.2.Uniones.-** El diseño de las juntas transversales a realizarse en obra será de modo que las conexiones sucesivas de secciones formarán una línea continua libre de irregularidades. El tipo de junta utilizado en obra será el indicado en los planos o por el Fiscalizador.

Cuando se utilicen bandas para la unión de estructuras tubulares corrugadas de acero, éstas cumplirán con las especificaciones de AASHTO M36.

Las bandas metálicas serán corrugadas, de manera que pueda encajar correctamente con los extremos de las secciones.

Las bandas de acoplamiento podrán ser 1.5 milímetros más delgadas que el espesor de las estructuras tubulares.

#### **505-6. Medición y Pago.**

**505-6.01. Medición.-** Las cantidades a pagarse por las estructuras de acero incluidas las estructuras tubulares de acero corrugado, serán los kilogramos de acero estructural efectivamente suministrado, fabricado y, de estar especificado, incorporado en la obra, de acuerdo con los requisitos contractuales.

En caso de estar especificado el montaje solamente, éste se medirá por monto global.

Se entenderá por acero estructural, toda clase de metal incorporado a un puente u otra estructura metálica. Los cilindros o manguitos, arandelas y pernos de anclaje se considerarán también como acero estructural.

Con el fin de calcular la cantidad por pagarse, los pesos se indicarán en los planos, acompañados de la correspondiente certificación del fabricante. Se pagará únicamente por el material efectivamente incorporado a la estructura, excepto si en las disposiciones especiales se estipula otro procedimiento.

El peso de los pernos de instalación, de pintura, cajas, jaulas y otros implementos utilizados en el embalaje, y los materiales usados para soporte de los elementos durante el transporte, para montaje provisional o para andamio, no serán incluidos en los pesos del material por pagarse.

Cuando las cantidades estimadas de acero estructural, acero fundido y hierro fundido requeridos para un puente, hayan sido señaladas en las disposiciones especiales como cantidades definitivas, se las identificará con un sufijo (F) y se pagará solamente estas cantidades.

En los pesos de láminas y placas estructurales no se deducirá el peso por algún recorte, corte o agujero.

No se medirá para el pago ninguna soldadura, pues se la considera compensada con el pago hecho por los elementos soldados.

El peso de los miembros completos se obtendrá añadiendo al peso de cada elemento los pesos de los pernos de alta resistencia con sus tuercas y arandelas o el peso de los remaches, según el caso, incorporados en la estructura terminada. El peso de pernos, remaches, tuercas, arandelas, pasadores, rodillos, tornillos, pernos de anclaje y manguitos cilíndricos de anclaje que, definitivamente, permanezcan en la estructura, serán calculados en base a los pesos indicados en los planos o certificados el fabricante.



Al calcularse el peso del metal por pagarse, no habrá compensación alguna por concepto del peso de la pintura.

**505-6.02. Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro, fabricación, entrega y montaje de estructuras metálicas, exceptuando los puentes para señales o por el suministro y fabricación solamente, o solo por el montaje, según el caso, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Comprenderá también todo el trabajo de soldadura, control de la tensión de pre-ensamblaje, ajuste de pernos de alta resistencia, provisión y colocación de los dispositivos de apoyo, inclusive mortero, y todo trabajo de construcción y retiro de andamio y obra falsa.

El trabajo de limpieza y de pintura del acero estructural se pagará en la forma establecida en la Sección 507.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
505 (1) Suministro, fabricación y montaje de acero estructural (*).....	Kilogramo (Kg.)
505 (2) Suministro de acero estructural (*).....	Kilogramo (Kg.)
505 (3) Fabricación de acero estructural (*).....	Kilogramo (Kg.)
505 (4) Montaje de acero estructural (*).....	Kilogramo (Kg.)
505 (5) Suministro, fabricación y montaje de estructuras tubulares de acero corrugado (*).....	Kilogramo (Kg.)
505 (6) Suministro, fabricación de estructuras tubulares de acero corrugado (*).....	Kilogramo (Kg.)
505 (7) Montaje de estructuras tubulares de acero corrugado (*).....	Kilogramo (Kg.)

(\*) (Indicar el tipo de acero)



## SECCION 506. ESTRUCTURAS DE MADERA

**506-1. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de puentes u otras estructuras conformadas por tableros u otros elementos de madera estructural tratada o no tratada con preservativos, de acuerdo con los requisitos de los documentos contractuales o como lo ordene el Fiscalizador.

**506-2. Materiales.-** Toda madera estructural será sana, dura y de las dimensiones especificadas: se la acompañará de una certificación del proveedor, que deje constancia de su calidad y resistencia. Cualquier madera estructural que el Fiscalizador considere inaceptable será reemplazada por el Contratista, a su costo.

De igual forma, para toda madera tratada se presentará una certificación sobre la calidad de la madera y el tratamiento de preservación utilizado.

La madera estructural satisfará las exigencias previstas a continuación y en la Sección 824 de las presentes especificaciones.

### **506-3. Tratamiento de la madera.**

**506-3.01. Tratamiento preservativo.-** El tipo de tratamiento que se aplicará a la madera será especificado en los planos o en las disposiciones especiales y satisfarán las exigencias previstas en este numeral y en la subsección 824-3. La clase de preservativo por usarse en el tratamiento de la madera será escogido tomando en cuenta las condiciones a que va a estar expuesta la madera, tales como:

Presencia de insectos que dañan la madera, acción del agua, disolución del preservativo por acción del agua, contacto con el terreno, requerimientos para pintura y limpieza.

Los preservativos para maderas y el método de tratamiento por usarse serán los indicados en los planos o los ordenados por el Fiscalizador y estarán de acuerdo con la subsección 824-3 de las presentes especificaciones.

Cada pieza de madera tratada será señalada con una marca en la cual se indique el nombre del tratamiento y los requerimientos necesarios del tratamiento. Se le proveerá al Fiscalizador de las facilidades necesarias y de libre acceso a las diferentes zonas de la planta de tratamiento, para inspeccionar y comprobar que el material y mano de obra utilizados sean los especificados en los documentos contractuales o en las disposiciones especiales.

**506-3.2. Tratamiento de superficies de madera.-** Las barandas, postes de barandas, excepto las porciones que van embebidas en el hormigón; los cordones de madera, excepto las caras inferiores que van sobre

tierra; y las superficies expuestas de los postes serán pintadas con una mano de pintura de protección para madera que cumpla con las exigencias de la subsección 826-3 y, dos manos de pintura del color indicado en los planos o especificaciones especiales, a base de látex para madera expuesta, de acuerdo a la subsección 826-3 y aplicadas según las especificaciones pertinentes de la Sección 507.

**506-4. Almacenamiento.-** La madera se apilará en un patio, en pilas separadas que permitan la circulación del aire por los intersticios. Cada pila de material se colocará sobre el terreno, con una abertura de por lo menos 30 centímetros, por debajo de la capa inferior del material y dejando espacios entre las piezas para permitir el paso del aire y evitar la absorción de humedad del terreno. Será protegida del sol para evitar torceduras. Cuando lo requiera el Fiscalizador, la madera será cubierta adecuadamente para preservarla de los agentes climáticos.

El terreno, por debajo y en proximidad de las pilas de madera, se limpiará adecuadamente.

#### **506-5. Procedimiento de trabajo.**

**506-5.01. Mano de obra.-** La mano de obra utilizada se calificará empleándose únicamente carpinteros experimentados, especializados en puentes.

Todo el trabajo de construcción de la estructura será de primera clase y exacto. A menos que se especifique de otro modo, los clavos y pasadores se introducirán con la fuerza necesaria para colocar sus cabezas a ras con la superficie de la madera. La elaboración de todas las piezas metálicas será la fijada por las especificaciones respectivas.

**506-5.02. Descripción del trabajo.-** La madera que se utilice en estructuras será de la clase y calidad que se indique en los planos, en estas especificaciones o en las disposiciones especiales.

Los huecos para los pasadores y espigas o clavijas serán perforados con una broca de diámetro menor que el diámetro del pasador en 1.5 milímetros, en madera no tratada, y, en madera tratada, dichos huecos serán perforados con una broca del mismo diámetro que el pasador. Los huecos para pernos se perforarán con una broca de diámetro mayor que el diámetro del perno en 1.5 milímetros. Los huecos para tirafondos serán perforados con una broca no mayor que la base de la rosca.

Todos los pernos de diámetro menor o igual a 1.6 centímetros serán ajustados con arandelas de acero colocadas bajo sus cabezas. Los pernos y tirafondos de diámetro mayor a 1.6 centímetros serán ajustados con arandelas de hierro maleable o fundido, a menos que se indique algo diferente en los planos.

La madera se cortará con toda la exactitud, de modo que se logre un armado apretado y las juntas se apoyen perfectamente sobre la superficie de contacto.

No se permitirá el empleo de cuñas en el armado de las juntas.

Los durmientes colocados en el suelo como cimientos se asentarán uniformemente en material firme.

Los pedestales de hormigón que soporten las estructuras de madera serán cuidadosamente acabados, para que las soleras de asiento puedan apoyarse en forma pareja sobre ellos.

Las soleras de apoyo o postes se anclarán a los pedestales con pernos de diámetro mayor de 19.0 mm hormigonados con el pedestal, con una longitud libre sobre este mayor de 15 centímetros.

Las soleras de apoyo estarán alineadas y completamente apoyadas sobre los pedestales, pilotes o durmientes de cimientos. Estas se fijarán a los durmientes o pilotes con pasadores de diámetro mayor a 19.0 milímetros, que penetren en los durmientes o pilotes en una longitud mayor de 15 centímetros.

Los postes o puntales utilizados en entramados se armarán aplomados, y se asentarán completamente en los pedestales, soleras o cabezales.

Se colocarán cabezales de madera, con sus extremos completamente alineados, en las partes superiores de los postes o pilotes, de tal manera de asegurar un apoyo uniforme y parejo.

Todos los cabezales se fijarán con pasadores de diámetro mayor a 19.0 milímetros, extendidos 23 centímetros dentro de los postes o pilotes y colocados en el centro del poste o pilote, aproximadamente.

Los extremos de los arriostramientos serán empernados contra los pilotes, postes, cabezales o soleras, con pernos de diámetro mayor que 16 mm. Todas las riostras serán de longitud suficiente, a fin de que, entre el final de la riostra y el perno más extremo, haya una distancia mínima de 20 diámetros.

En la instalación de largueros, el canto de mayor calidad se colocará hacia abajo.

Los largueros exteriores podrán tener juntas de tope con sus extremos recortados cónicamente, pero los largueros interiores serán traslapados, para apoyarse en todo el ancho de la viga de piso o del cabezal existente en cada extremo. Los bordes superiores de los largueros, después de su instalación, no tendrán mayor variación en su plano, a fin de permitir que el piso se asiente en todos los largueros.

Los tablones usados en el piso serán del tipo especificado en los planos; tendrán sus 4 caras cepilladas, a no ser que se especifique otra cosa.

Los pisos de una capa se construirán con tablones de un solo espesor apoyados sobre largueros. Los tablones de madera no curada se colocarán uno a continuación de otro sin espaciamentos: en el caso de usarse madera curada se podrán separar 6 milímetros. Cada tablón se clavará firmemente contra cada larguero. Los tablones, para su colocación, se clasificarán de acuerdo a su espesor, de tal forma que el espesor de dos tablones adyacentes no varíe más de 1.6 milímetros.

Los pisos dobles se compondrán de dos capas de tablones soportados por largueros o viguetas. La capa superior podrá colocarse diagonal o paralela al eje de la carretera, según se especifique u ordene el Fiscalizador.

Cada elemento del piso se asegurará firmemente contra la capa inferior. Las juntas se escalonarán a distancias mayores o iguales que 90 centímetros.

Los bordes extremos de los tablones de piso se asegurarán con especial cuidado, cuando el piso superior se coloque paralelo al eje del camino.

En cada extremo del puente, dichos tablones serán achaflanados.

Las armaduras terminadas no presentarán irregularidades en su alineamiento. Todas las superficies de apoyo y juntas deberán ajustarse perfectamente.

**506-5.03. Maderas tratadas.-** Las maderas tratadas serán cuidadosamente manipuladas sin arrojarlas, romper las fibras exteriores ni raspar o penetrar por debajo de su superficie con las herramientas de trabajo. Serán manipuladas con eslinges. No se usarán picas, garfios ni otro tipo de herramientas puntiagudas.

Todo corte y ensamblaje de maderas tratadas se realizará antes del tratamiento.

Todos los recortes en maderas tratadas y todas las raspaduras que previamente hayan sido cuidadosamente arregladas, se cubrirán con dos aplicaciones de una mezcla formada por un 60% de aceite de creosota y 40% de brea para techar, o serán pintadas a brocha con por lo menos tres manos de aceite de creosota caliente, aplicando después brea caliente de techar sobre aquellas.

Todos los huecos para pernos, perforados después del tratamiento, serán impregnados de aceite de creosota caliente, usando un método aprobado para el tratamiento de tales orificios. Todos los agujeros no utilizados o no llenados después del tratamiento, serán cerrados con tapones creosotados.

Los encofrados y arriostramientos temporales que se fijen a la madera tratada con clavos o espigas, con la autorización del Fiscalizador, serán unidos con

clavos galvanizados o espigas a ras con la superficie o los huecos taponados, como en el párrafo anterior.

**506-5.04. Maderas sin tratar.-** En estructuras de madera sin tratar, las superficies a continuación indicadas se impregnarán totalmente con dos manos de aceite de creosota caliente, antes de que se proceda a su ensamblaje: puntas, superficies superiores de soleras, travesaños, vigas de piso, largueros y todas las puntas, juntas y superficies de contacto de arriostramientos y elementos de armaduras.

Todas las superficies de topes de madera, caras posteriores de tabiques y todas las demás piezas de madera que deban estar en contacto con la tierra, metal u otra madera serán tratadas en forma similar.

**506-6. Tolerancias.-** Todo elemento de madera estructural satisfará las tolerancias previstas en la subsección 824-3.

#### **506-7. Medición y Pago.**

**506-7.01. Medición.-** Las cantidades a pagarse por las estructuras de madera, tratada o sin tratar, serán los metros cúbicos de madera aceptablemente incorporada a la obra.

Las cantidades se determinarán en base a los anchos, espesores y longitud de los elementos en la estructura terminada. Se medirán separadamente la madera tratada y la no tratada.

Los pernos, tirafondos y todo otro herraje empleado en las estructuras de madera, serán medidos para su pago en kilogramos.

No se medirán los desperdicios, ni la madera utilizada para el montaje, ni la de los andamios para la estructura, ni el herraje provisional que se utilice.

**506-7.02. Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, fabricación, preservación, transporte y armado de las estructuras de madera, incluyendo la obra falsa, así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

<b>Nº del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
506 (1) Estructuras de madera sin tratar.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
506 (2) Estructuras de madera tratada.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

506 (3) Pernos, tirafondos y todo otro herraje  
empleado en las estructuras de madera (\*).....Kilogramo (Kg.)

(\*) (Indicar el tipo de acero)



## SECCION 507. PINTURA PARA ESTRUCTURAS.

**507-1. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la pintura para estructuras nuevas y la repintada de las instalaciones ya existentes, de acuerdo con los requisitos previstos en los documentos contractuales y las instrucciones del Fiscalizador. El tipo y color de pintura a ser aplicada se indicarán en los planos o en las disposiciones especiales; las características de la pintura utilizada estarán de acuerdo con lo especificado en la Sección 826 de las presentes especificaciones.

**507-2. Condiciones atmosféricas.-** No se pintará estructura alguna cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los 5 grados centígrados, o cuando haya lluvia o neblina, o cuando el Fiscalizador considere que las condiciones son inadecuadas para efectuar el trabajo. Si la pintura fresca ha sido dañada por cualquiera de las causas anteriores, el Contratista la reemplazará o la reparará por su cuenta y en forma satisfactoria.

Cuando el Fiscalizador lo apruebe, por escrito, el Contratista podrá acondicionar apropiadamente los interiores o exteriores, a fin de pintar las estructuras en tiempo inclemente. Las condiciones atmosféricas se controlarán artificialmente, dentro de los límites aceptables antes mencionados. Este control se mantendrá hasta que la pintura haya secado. Toda compensación por el acondicionamiento y mantenimiento de dichos interiores o exteriores se considerará incluida en los precios pagados por los trabajos que requieran pintura, y no se realizará ninguna compensación adicional por este concepto.

**507-3. Aplicación.-** El Contratista notificará al Fiscalizador, por escrito, al menos con 7 días de anticipación, el comienzo de las operaciones de limpieza y pintura.

La pintura se la aplicará a brocha, rodillo o soplete, o mediante una combinación de éstos, con aseo y en forma esmerada.

El mezclado de la pintura se lo hará con mezcladores mecánicos, de manera que el pigmento se encuentre uniformemente suspendido, manteniéndolo así durante toda la operación de pintura.

Las pinturas especificadas son para uso inmediato; no se permitirá emplear diluyentes, a menos que se lo especifique en la Sección 826 de las presentes especificaciones. Cuando se pinte a soplete en climas fríos, la pintura será calentada a una temperatura tal que recupere su viscosidad normal; este calentamiento se lo hará colocando los tarros de pintura dentro de recipientes que contengan agua caliente (baño maría), o sobre radiadores a vapor.

La fecha, mes y año, de la realización de la pintura será estampada con pintura a brocha, usando letras de plantilla de 6 centímetros de alto, en dos lugares de la

estructura del puente. La localización exacta de las identificaciones la determinará el Fiscalizador. La pintura que se use para este propósito, contrastará con la pintura de fondo.

**507-4. Protección de la obra.-** El Contratista protegerá todas las partes de la estructura, antes de iniciar la operación de pintura, para evitar salpicaduras y manchas. El Contratista será responsable por cualquier daño ocasionado durante el trabajo a vehículos, personas o propiedades, incluyendo plantas y animales; deberá prever por su cuenta las medidas de seguridad adecuadas para evitar tales daños.

Cuando el tránsito ocasione una cantidad objetable de polvo, y cuando lo ordene el Fiscalizador, el Contratista rociará con agua o aplicará cualquier otro procedimiento aprobado para eliminar el polvo, en la plataforma del camino contiguo a la obra. Toda superficie pintada que haya sido estropeada o dañada, debido a los trabajos que realiza el Contratista, o por su descuido en la protección de la obra, será reparada por el Contratista, a su cuenta, con materiales y en condiciones iguales a las especificadas para la pintura en este sitio.

Una vez concluidas las operaciones de pintura y secado, y de cualquier otro trabajo que pueda ocasionar la contaminación de la pintura con polvo, grasa u otros materiales extraños, se procederá a la limpieza de dichas superficies. Las superficies estarán limpias y sin daños, en el momento de efectuar la inspección final de la obra.

**507-5. Pintura para estructuras de acero.-** Este trabajo consistirá, a no ser que se especifique otra cosa, en los documentos contractuales, en la preparación de las superficies metálicas, aplicación, protección y secado de la pintura y en el suministro de todas las herramientas, aparejos, andamiaje, mano de obra y materiales necesarios para terminar satisfactoriamente el trabajo.

**507-5.01. Preparación de las superficies.-** Todas las superficies de metal por pintarse se limpiarán completamente, removiendo herrumbre, costras sueltas, suciedades, grasa y cualquier otra sustancia extraña. A menos que la limpieza se realice usando un chorro de arena, las superficies soldadas serán neutralizadas usando un método aprobado por el Fiscalizador, y luego enjuagadas, antes de empezar la operación de limpieza.

Se podrá limpiar la estructura usando tres métodos, de acuerdo a lo que se especifique en los documentos contractuales o lo ordene el Fiscalizador.

**Limpieza a mano.-** Este trabajo se hará usando cepillos de alambre, lija o la herramienta o material aprobado por el Fiscalizador. El aceite y la grasa se limpiarán usando un solvente apropiado. El polvo se quitará como se indica en la subsección 507-4.

Limpieza a chorro.- El chorro puede ser de arena, de limallas, o de aire. Cuando se use este método, se pondrá especial atención en la limpieza de las esquinas y de los ángulos. Antes de empezar la operación de pintura, se eliminará de la superficie toda la arena o limallas que quedasen.

Limpieza con flama.- La flama se producirá con un soplete oxiacetilénico que tendrá una relación oxígeno-acetileno mayor de 1. Antes de empezar esta operación, el aceite y la grasa se removerán usando un solvente adecuado; el exceso de solvente será retirado completamente antes de continuar con la siguiente operación. Se pasará la flama por la superficie a limpiar, a una velocidad y en forma tal que las superficies queden completamente secas, y el sucio, óxido y costras sueltas sean eliminados por el calentamiento rápido e intenso producido por la flama.

Inmediatamente después de la aplicación de la flama, las superficies de acero serán cepilladas cuando sea necesario y se eliminará cualquier material suelto de su superficie; no se podrá usar aire comprimido en esta operación.

La pintura se aplicará inmediatamente después de que el acero se haya limpiado y mientras la temperatura del acero sea superior a la del medio ambiente.

Cualquier daño a la pintura firme, en las áreas no designadas para el tratamiento, causadas por las operaciones de trabajo del Contratista, serán reparadas por el, a su cuenta y a satisfacción del Fiscalizador.

El mismo día en que se haya efectuado la limpieza, las superficies de acero serán tratadas o pintadas con una primera mano, a menos que el Fiscalizador autorice otra cosa. Si las superficies limpias se han oxidado o contaminado con material extraño, el Contratista las volverá a limpiar por su cuenta, antes de pintarlas.

Cuando así se especifique en las disposiciones especiales, un tratamiento preliminar con un baño de apresto, de vinyl que cumpla las exigencias de la Sección 826, se aplicará en las superficies limpias del acero, antes de la aplicación de la primera capa de pintura. Este tratamiento se aplicará a intervalos de 4 horas, si no se logra aplicar la primera mano de pintura antes de que transcurra ese plazo.

Los baños de vinyl para el tratamiento preliminar se los aplicará rociando el vinyl, para lograr una película húmeda uniforme en toda la superficie.

Durante la aplicación del tratamiento preliminar, no se permitirá la limpieza con chorro en las áreas adyacentes a las que están siendo tratadas. No se aplicará la pintura hasta que las superficies tratadas se encuentren completamente secas; sin embargo, la primera capa de pintura se aplicará el mismo día de la ejecución de la limpieza y del tratamiento preliminar.

#### **507-5.02. Procedimiento de trabajo.**

**507-5.02.1.Generalidades.-** Por lo general, se aplicarán dos manos de apresto al acero limpio y bañado, de acuerdo con lo estipulado en el numeral anterior; después de que éstas se hayan curado, se someterá el acero a otro baño de apresto de vinyl; luego, se aplicarán dos manos de acabado del color señalado en los planos o disposiciones especiales.

Todos los miembros de las estructuras se limpiarán con chorro, se someterán a un tratamiento preliminar y se pintarán con la pintura de apresto del espesor total indicado, antes de su montaje o armado. Luego de que se hayan ensamblado todos los elementos y antes de la aplicación de las manos de pintura de acabado, todas las áreas locales de pintura que hayan sido dañadas o estén deterioradas, se limpiarán completamente y pintarán con las manos de apresto de los espesores indicados.

La pintura no se aplicará en superficies donde la película de pintura pueda ser dañada por el calor. Las superficies expuestas a la intemperie y que podrían resultar inaccesibles para la pintura después del montaje, se las pintará con el número total de capas, antes del montaje.

Las superficies de las capas de pintura que se van superponiendo, estarán libres de humedad, polvo, grasa y materiales nocivos que podrían impedir la adherencia de las capas subsiguientes.

Las grietas o aberturas entre las superficies de contacto de los miembros ya ensamblados que podrían retener la humedad, serán masilladas con minio plomo rojo u otro material adecuado, antes de la aplicación de la segunda mano de apresto.

Exceptuando las armaduras de anclaje, las superficies metálicas embebidas en el hormigón no necesitan ser pintadas. Las armaduras de anclaje que no hayan sido galvanizadas, se pintarán o bañarán con una mano de apresto, antes de su instalación.

Las superficies de acero estructural que estarán en contacto con almohadillas elastoméricas de soporte, se limpiarán y pintarán con dos capas de pintura de apresto especificada.

A continuación del tratamiento preliminar, se dará a las estructuras una mano de apresto de zinc con vehículo orgánico, que esté dentro de las especificaciones de la Sección 826.

La limpieza con chorro y la pintura no se permitirá cuando la humedad relativa exceda el 85%, conforme lo determine el Fiscalizador, en el sitio de trabajo.

El apresto se lo mezclará mecánicamente, luego se lo cernirá a través de una

mallas metálicas finas o de una doble capa de estopilla de algodón, y se lo rociará. En los lugares en los que presenten dificultades al rociado, se lo aplicará con brocha.

El recipiente del rociador dispondrá de una barra agitadora, de longitud adecuada, que estará en movimiento en todo momento de la aplicación de la mano de apresto, para lograr un buen mezclado.

Si las operaciones de pintado se interrumpen, la pintura de apresto sobrante en la manguera de rociado deberá expulsarse completamente. Una vez aplicada la pintura de apresto de zinc, se evitará el polvo, suciedad y otros depósitos nocivos. Se la dejará secar completamente antes de la aplicación de las manos subsiguientes.

**507-5.02.2. Pintura en taller.-** A no ser que se especifique otra cosa, toda superficie de acero trabajado en taller será cubierta con una mano de pintura aprobada, después de que el elemento haya sido aceptado por el Fiscalizador y antes de enviarlo a la obra.

A las superficies que no son de contacto y que resultarán inaccesibles luego del montaje, se les aplicará 3 manos de pintura en taller.

Las superficies de contacto armadas en taller no serán pintadas; las armaduras en la obra de campo recibirán una mano de pintura en taller, excepto las superficies de contacto unidas con pernos de alta resistencia, juntas que trabajen a fricción, empalmes principales en los cordones de las armaduras y empalmes en vigas largas que involucren materiales de varios espesores.

A las superficies de contacto armadas en obra que no serán pintadas con una mano en taller, se les aplicará una mano de laca aprobada, si el período de exposición antes de la erección va a ser largo. El acero que se soldará en obra, recibirá una mano de aceite de linaza cocido, u otro protector aprobado, después de terminado el trabajo de soldadura en taller.

Exceptuando los empalmes en columnas y cordones, y las bases de columnas y pedestales, las superficies acabadas a máquina se cubrirán con un inhibidor de corrosión que pueda removerse fácilmente.

Las superficies de hierro y acero fundido, las cuales hayan sido acabadas a máquina, serán pintadas con una mano de pintura, en la misma fábrica o taller.

Antes de su instalación, las superficies de maquinarias que quedarán a la intemperie, se pintarán con dos manos de apresto.

**507-5.02.3. Pintura en obra.-** Cuando todo el trabajo de montaje haya sido finalizado, la superficie de la estructura será preparada como se especifica en el numeral 507-5.01.

Una vez que la operación de limpieza en obra haya finalizado, se procederá a pintar la estructura con el número de capas que se indique en los planos u ordene el Fiscalizador. No se aplicará la siguiente mano de pintura hasta que la anterior haya secado.

El Contratista, antes de iniciar la operación de pintura, protegerá a la obra como se especifica en la subsección 507-4.

#### **507-6. Pintura para Estructuras de Madera.**

**507-6.01. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la operación de pintura de la madera incorporada a la obra, conforme se indique en los documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

A toda madera nueva se le aplicará 3 manos de pintura del tipo indicado en los planos, a menos que otro procedimiento se indique en los documentos contractuales o en las disposiciones especiales. En toda madera que haya sido pintada con anterioridad, el número de manos y el tipo de pintura se indicará en las disposiciones especiales o serán señaladas por el Fiscalizador.

**507-6.02. Procedimiento de trabajo.-** Cuando lo autorice por escrito el Fiscalizador, la primera mano de pintura podrá ser aplicada en taller, antes de la instalación de la estructura.

Toda pintura agrietada, descascarado o deteriorada, además del polvo y otros materiales nocivos que hubiera sobre las superficies por pintarse, se removerán por medio de un cepillo de alambre, lija o cualquier otro medio aprobado por el Fiscalizador, antes de iniciar el proceso de pintura. El contenido de humedad de la madera no será mayor al 20 por ciento en el momento de la aplicación de la primera mano.

Después de que la pintura aplicada en la primera mano haya secado y una vez instalada la madera, las grietas, orificios de clavos y otras depresiones o agujeros, serán masillados y enrasados con la superficie. La masilla colocada se dejará secar antes de aplicar la segunda mano de pintura.

Los raspados, superficies no pintadas, áreas que no hayan alcanzado el espesor adecuado y otras deficiencias en cualquier capa de pintura, se corregirán a cuenta del Contratista y a satisfacción del Fiscalizador, antes de que las capas siguientes sean aplicadas.

Antes de la aplicación de una mano adicional de pintura, la capa precedente de pintura estará libre de materiales nocivos, y será aprobada por el Fiscalizador.

#### **507-7. Pintura de Hormigón.**

**507-7.01. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la preparación de la superficie, el suministro y aplicación del material necesario para la pintura del hormigón, de acuerdo con lo previsto en las presentes especificaciones o en las disposiciones especiales y de conformidad con lo indicado en los planos o por el Fiscalizador.

**507-7.02. Procedimiento de trabajo.-** Antes de la aplicación de la pintura, las superficies de hormigón se prepararán aplicándose una brochada o película superficial de mortero ligero de cemento, compuesto de una parte de cemento Portland y una parte de arena fina que pase el tamiz N° 16, o si el Fiscalizador lo ordena, deberá aplicarse un baño de lechada de cemento puro.

Cuando la película de cemento se haya colocado de tal modo que la superficie quede bien sellada, pero antes de que se haya fraguado el mortero, se procederá a enrasarla ya sea manual o mecánicamente, para remover el exceso de mortero y lograr una superficie lisa de textura uniforme.

Luego del proceso de enrasado la superficie terminada se lavará prolijamente con agua y una vez seca se aplicará a ésta un baño de ácido clorhídrico con un 10 a 15 por ciento de concentración. Dicho lavado con ácido servirá para remover completamente cualquier rastro de aceite y dejar la superficie ligeramente áspera. Inmediatamente después del lavado con ácido se volverá a lavar dichas superficies con agua limpia, a fin de remover todo el ácido.

Al momento de la aplicación de la pintura, las superficies de hormigón estarán completamente secas y libres de polvo. Cualquier procedimiento artificial para el secado estará sujeto a la aprobación del Fiscalizador.

La pintura que se aplique a las superficies de hormigón será un esmalte blanco tipo epoxy o cualquier otra que se indique en las disposiciones especiales.

La pintura para hormigón se aplicará en dos capas y cuando la temperatura ambiental sea igual o superior a 15 grados centígrados. No se permitirá la aplicación de la pintura si se sabe que la temperatura descenderá por debajo de 15 grados centígrados durante la aplicación y secado de la pintura. Cada capa se curará completamente antes de la aplicación de la capa subsiguiente.

## **507-8. Medición y Pago.**

**507-8.1. Medición.-** Las cantidades a pagarse por la limpieza y pintura o únicamente pintura de acero estructural, serán los montos de trabajos aceptablemente ejecutados.

La cantidad a pagarse por la pintura de madera, será el monto global de estos trabajos ejecutados y aceptados.

No se realizarán mediciones separadas por concepto de limpieza, preparación de

las superficies ni por ningún otro trabajo requerido con relación a la pintura de madera.

Las cantidades a pagarse por la pintura de hormigón, será el número de metros cuadrados, medidos en la obra, de trabajos ejecutados y aceptados.

**507-8.02. Pago.-** Las cantidades globales determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán al precio contractual para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos globales, ya sea por la pintura o por la limpieza y pintura del acero estructural, o por la limpieza, preparación y pintura de madera, o por la preparación de la superficie, suministro y aplicación de la pintura constituirán la compensación total por la limpieza, preparación, suministro y aplicación de la pintura, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
507 (1) Limpieza y pintura del acero estructural.....	Suma global
507 (2) Pintura de acero estructural.....	Suma global
507 (3) Pintura de estructuras de madera.....	Suma global
507 (4) Pintura de hormigón.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )



## SECCION 508. MAMPOSTERIA Y MUROS DE GAVIONES

### 508-1. Mampostería de Piedra Labrada.

**508-1.01 Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de elementos estructurales conformados por piedras labradas, tendidas en hileras regulares, unidas con mortero de cemento, de acuerdo con lo previsto en los documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

**508-1.02. Materiales.-** Las piedras usadas serán de la clase especificada en los planos y satisfarán los requerimientos previstos en la Sección 818. El mortero para unir las piedras en la mampostería satisfarán los requerimientos previstos en la Sección 809.

**508-1.03. Procedimientos de trabajo.-** Las piedras utilizadas en esta clase de mampostería tendrán un espesor no menor de 30 centímetros ni mayor de 75 centímetros. Si el espesor de las hileras es variable, éstas deberán disminuir desde la base hasta el tope del muro.

Cada piedra podrá tener uno de los siguientes acabados, el cual será indicado en los planos o por el Fiscalizador.

Acabado liso: Tendrá una superficie con variaciones máximas de 1,5 mm con la línea de escuadría.

Acabado fino: Tendrá una superficie con variaciones máximas de 6,5 mm con la línea de escuadría.

Acabado áspero: Tendrá una superficie con variaciones máximas de 13 mm con la línea de escuadría.

Desbastada: Tendrá una superficie con variaciones máximas de 20 mm con la línea de escuadría.

Cara en bruto: Tendrá caras irregulares sin labrar. Las variaciones no excederán en ningún caso de 7,5 centímetros con referencia a la línea de escuadría.

Las piedras serán labradas dándoles el tamaño y forma exacta antes de ser colocadas. El labrado se lo realizará de tal forma que la superficie superior e inferior de cada piedra sean paralelas con la base de asiento.

El mezclado del mortero se lo realizará en una mezcladora de hormigón durante un período no menor de 2 minutos. La proporción será 1:2 de cemento Portland y agregados finos limpios. El mortero se usará dentro de los 45 minutos siguientes a su mezclado.

Cuando el Fiscalizador autorice por escrito el mezclado del mortero a mano, el cemento, arena y cal se mezclarán en seco, en un recipiente impermeable hasta que la mezcla tenga una coloración uniforme, luego se le añadirá el agua para formar una masa plástica.

Las piedras no serán arrojadas o deslizadas sobre la pared para evitar que golpeen o muevan a las ya colocadas. Se deberá utilizar un equipo adecuado para la colocación de piedras de gran tamaño, que no permita que dos hombres las manipulen.

Se saturará y limpiará cada piedra con agua antes de su colocación, y el asiento que deba recibirlas estará limpio y húmedo antes de colocar el mortero.

Las piedras se colocarán, con sus caras de mayor dimensión, horizontalmente en los asientos totalmente cubiertos de mortero; las juntas se cubrirán y enrasarán con el mismo mortero.

El espesor de las juntas y apoyos no será menor de 1 centímetro ni mayor de 5 centímetros, y será uniforme de principio a fin.

Las hileras de la base o cimentación se compondrán de piedra grande. En todas las esquinas y extremos de los muros se colocará piedra selecta, aproximadamente cuadrada y conforme a la alineación establecida.

Después de colocada la piedra, se la golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras, en las distintas hiladas, queden bien enlazadas en el sentido del ancho del muro, evitando que éste quede dividido en hojas en el sentido del espesor, y levantándose siempre la mampostería interior simultáneamente con la del paramento.

Los trabajos se ejecutarán por capas normales a la dirección de las presiones a que está sometido el muro.

Cuando el espesor del muro sea inferior a 60 centímetros, se colocarán mampuestos de suficiente tizón para atravesarlo en todo su espesor, de forma que exista por lo menos una de estas piezas por metro cuadrado de paramento.

Cuando el espesor sea superior se alternarán, en los tizones, mampuestos grandes y pequeños, para conseguir una trabazón perfecta.

Si en los planos o disposiciones especiales no se especifica ningún tipo de acabado de juntas de paramento, se quitará de estas el mortero y otros materiales extraños, hasta una profundidad no inferior a 5 centímetros; se humedecerán y rellenarán inmediatamente con un nuevo mortero, cuidando que éste penetre perfectamente, hasta el fondo descubierto previamente; el mortero se comprimirá con herramienta adecuada, acabándolo de tal manera que en el

frente del paramento terminado se distinga perfectamente el contorno de cada mampuesto.

A menos que los planos indiquen una cosa distinta, los apoyos no formarán una línea continua que abarque más de 5 piedras, y las juntas no lo harán en más de dos piedras. Las juntas serán verticales.

En el caso de que alguna piedra sea movida de su posición, ésta será retirada, el mortero quitado y la piedra colocada de nuevo sobre un mortero fresco.

El Contratista tomará las medidas necesarias para la protección de los elementos estructurales de mampostería de piedra, hasta la recepción provisional de la obra.

**508-1.04. Mechinales.-** Se instalarán drenes a través de la mampostería, como se indique en los planos. Si no se especifica nada en los planos o disposiciones especiales, el Contratista está obligado a dejar en la mampostería mechinales u orificios, regularmente dispuestos, para facilitar la evacuación del agua de la parte posterior de aquella, a razón de 1 por cada 4 metros cuadrados de paramento.

**508-1.05. Coronamiento.-** Estos tendrán las formas indicadas en los planos, cuando se exija su construcción. Cuando no se requiera su ejecución, la parte superior del muro se terminará con un recubrimiento de piedras de 0,45 a 1,00 metros de largo, y una altura irregular mínima de 15 centímetros. Las piedras se colocarán de modo que la capa superior de recubrimiento forme parte integrante del muro.

## **508-2. Mampostería de Piedra.**

**508-2.01. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de elementos estructurales formados por piedra molón tendidas en hileras regulares, unidas con mortero de cemento, de acuerdo con lo previsto en los documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

**508-2.02. Materiales.-** Las piedras usadas serán de la clase especificada en los planos y satisfarán los requerimientos previstos en la Sección 818. El mortero para unir las piedras en la mampostería satisfarán los requerimientos previstos en la Sección 809.

**508-2.03. Procedimientos de trabajo.-** Las piedras utilizadas en esta clase de mampostería tendrán un espesor no menor de 20 centímetros y un ancho no menor de 1 1/2 veces su espesor. Ninguna piedra tendrá una longitud menor de 1 1/2 veces su ancho. Las piedras disminuirán en espesor desde la base hasta el tope del muro.

En todas las esquinas y extremos de los muros se colocará piedra selecta,

aproximadamente cuadrada y conforme a la alineación establecida.

No se permitirá labrar o trabajar las piedras una vez colocadas en el muro.

La mampostería será tendida en hileras aproximadamente niveladas. Las hileras de la fundación estarán formadas por piedras largas y seleccionadas. Todas las hileras se tenderán con los asientos de apoyo paralelos al lecho natural del material.

Se limpiará y humedecerá cada piedra antes de ser colocada en obra. El asiento que deba recibirlas estará limpio y húmedo antes de recibir el mortero. Las piedras se colocarán en los asientos cubiertos totalmente de mortero, y las juntas estarán cubiertas y enrasadas con aquel.

Para los paramentos vistos se seleccionarán los mampuestos de tamaño y forma más regulares, desbastándolos, si es necesario, con martillo y trinchante, en formas uniformes, más o menos regulares de acuerdo con los planos.

Salvo lo especificado en los párrafos anteriores, el procedimiento de trabajo, mechinales y coronamiento son los mismos que para los numerales 508-1.03, 508-1.04, 508-1.05.

#### **508.a            Enrocado**

Este ítem norma el suministro y colocación de enrocado de los tipos y detalles mostrados en los planos, (ver figura 8.508.a). Las áreas de suelos inclinados, deben ser protegidas mediante recubrimiento de enrocado de acuerdo a lineamientos y diferentes tipos de material indicado en los planos.

- ?? El hormigón para enrocado suministrado bajo este ítem debe ser para Piedra (Tipo R) (Árido o Grouted); Piedra (Tipo F) (Árido, Grouted ò Mortero); Piedra (común) (Árido ò Grouted); Hormigón colocado neumáticamente (clase II); ò Cemento Estabilizado.
- ?? El Enrocado con Arido es definido como piedra de roca, con el requerimiento de llenado de vacíos únicamente con piedra pequeña.
- ?? Enrocado con Grouted es definido como piedra de enrocado (tipo R, F ò Común), con el requerimiento de llenado de vacíos con grout después que todas las piedras están en su lugar.
- ?? Enrocado con Mortero es definido como piedra de enrocado (Tipo F). Es tendido y pegado e individualmente colocado en cada piedra.

#### **Materiales**

- MOP - 503    Hormigón estructural.
- 801    Hormigón de cemento portland.
- 504 y 807 Acero de refuerzo.
- 509    Impermeabilización y recubrimiento con mortero colocado

neumáticamente.

- 805 Aditivos.
- 806 Materiales para juntas.
- 808 Empedrados y adoquines.

### **Hormigón para enrocado**

Deberá ser de la clase B, sino se especifica en los planos.

### **Refuerzo**

Reforzamiento de alambre usado en el hormigón de enrocado deberá consistir de una malla electrosoldada, cumpliendo con los requerimientos del ASTM. A 185.

### **Piedra de enrocado**

Debe ser durable, salida y tener un volumen mínimo y una gravedad específica 2.4.

### **Piedra (tipo R)**

Sino existe ninguna disposición en los planos, todas las piedras, excepto la piedra pequeña de llenado de juntas, deberán pesar entre 25, y 115 Kg cada una y al menos el 50% de las piedras deberán pesar mas de 45 Kg. cada una, las piedras serán colocadas en una capa simple con juntas cerradas.

La superficie del enrocado será barrida con una escoba de fibras rígidas después de colocado grout, las juntas muy abiertas deberán ser rellenadas con piedra pequeña, las piedras mas pesadas deberán ser trasladadas por tierra y no sobre las piedras recién colocadas. Los ejes de las caras superiores de las piedras deberán tener un ángulo aproximado de 90° con el terraplén inclinado.

### **Piedra (tipo F)**

Estas piedras tienen una superficie con un menor ancho liso. Sino existen regulaciones en los planos, estas piedras deberán pesar entre 25 y 115 kilogramos cada una y al menos el 40% de las piedras pesarán mas de 45 kilogramos cada una, las superficies planas deberán ser colocadas sobre la tierra horizontal preparada. Antes de colocar el mortero, las piedras deben ser humedecidas en su totalidad, serán colocadas sobre una cama de mortero fresco y las piedras serán presionadas para que permanezcan en contacto entre ellas. Después que las piedras de mayor tamaño han sido colocadas, todos los espacios o aberturas deberán ser llenados con mortero y en espacios mayores completar con piedra pequeña.

Los excesos de mortero de la superficie serán extendidos uniformemente para completar el llenado de vacíos, en toda la superficie.

**Piedra (común)**

Las piedras no deberán ser menores de 0,01 M<sup>3</sup> en volumen y no menores que 75 milímetros en su menor dimensión. El ancho de la piedra no podrá ser menor que dos veces su espesor. El material usado para piedra de enrocado (común) puede consistir de hormigón removido por agrietamiento en su parte superior obtenido bajo contrato u otras fuentes de aprovisionamiento.

Las piedras deberán ser colocadas en un lecho apropiado, excavado para colocar la base en hilera y luego las otras capas, las piedras bases colocadas en hilera y las capas deberán estar bien ubicadas en el suelo con sus bordes en contacto. Piedra pequeña será usada para rellenar los vacíos en las juntas. La superficie terminada se presentara lisa y bien sellada y a plomo. Después que las piedras han sido colocadas en su lugar, estas deberán ser humedecidas en su totalidad y los espacios se rellenaran con grout.

**Hormigón colocado neumáticamente, clase II** Deberá ser colocado en concordancia de los detalles y dimensiones indicadas en los planos o establecidas por la Fiscalización.

Inmediatamente siguiendo la operación de terminado, se procederá al curado de acuerdo al MOP - 801.4 curado del hormigón.

Colocación del hormigón neumático se registrará según MOP-509.

El refuerzo deberá ser conformado de acuerdo a las indicaciones establecidas en los planos y mediante ítem del MOP-504 o E.T.C 504.a..

**Cemento estabilizado para enrocado** Deberá estar conforme a los requerimientos de los planos y a las provisiones de hormigón para enrocado, excepto refuerzo cuando no se requiere.

**Medidas** Este ítem será medido por m<sup>3</sup> del material total colocado en sitio. Los metros cúbicos deberán ser computados, sobre la medida básica y el espesor establecido en los planos.

**Pagos** Los trabajos ejecutados y materiales suministrados en concordancia con este ítem, serán determinados bajo “MEDIACIONES” y serán pagadas por el costo unitario pactado para el “Enrocado” de varias clases y especificaciones. Este precio deberá ser la compensación por el suministro, transporte y colocación de todo los materiales, incluyendo mortero, grout, refuerzo, fibras geotextiles, materiales premoldeados de juntas de expansión y todas las labores, herramientas, equipos y necesidades incidentales necesarias para completar los trabajos.

También se pagarán todos los trabajos de excavación y relleno, para lo cual se recurrirá a la sección MOP.303.

## **508.b Paredes de retención**

### **Descripción**

Este ítem norma el suministro de materiales y construcción de paredes de retención indicadas en planos. Las cimentaciones de paredes de retención estarán constituidas de hormigón reforzado para zapatas y concreto reforzado resistente para muros.

Las paredes de suelo estabilizado mecánicamente (MSE) estarán constituidas por material selecto con elementos con refuerzo a la tensión y distribuidos uniformemente en su interior y unido a las caras laterales de las paredes de hormigón, estas especificaciones cubren sistemas como tierra armada, tierra contenida y otros sistemas de terraplenes reforzados con malla o franjas de acero.

### **Materiales**

Todos los materiales deberían normarse para los siguientes requerimientos:

MOP - 503.	Hormigón Estructural.
- 801.	Hormigón de Cemento Portland.
- 807.	Acero de Refuerzo.
- 832.4	Galvanización (ETC 832.a).
- 801.4.03	Impermeabilización de estructura.
- 508.1.04	Mechinales.
- 605 Y 822	Drenes y subdrenes.
- 817	Material para mejoramiento de terraplenes y pedraplenes.

### **Hormigón**

Si en los planos no se indica ninguna especificación, el hormigón para paredes de retención deberá regirse por lo siguiente:

**TABLA 8.3:**

?? Fundido en sitio, reforzado	- Clase "C".
?? Fundido en sitio, no reforzado	- Clase "A".
?? Prefabricados	- Clase "H", $f'c = 28.0$ Mpa.

Todos los elementos en contacto con el suelo deberían ser galvanizados o cubiertos por epóxicos cuyo espesor de recubrimiento no será menor de 0,45 milímetros.

Llenado de juntas, rellenos, impermeabilizantes y otros materiales que inciden deberán estar indicados en planos y aprobados por la Fiscalización.

### **Material de relleno**

El material de relleno para la cimentación de las paredes de retención, estará de acuerdo con la sección: MOP-817 “Material para mejoramiento de Terraplenes y Pedraplenes”.

El relleno para Estabilización Mecánica de Suelos (MSE) de paredes deberán estar libres de material orgánico o cualquier otro material que produzca deterioro.

### **Muros de suelos estabilizados mecánicamente ( MSE)**

Los refuerzos pueden ser elementos no metálicos o elementos metálicos recubiertos con epóxicos cuando el relleno no cumpla con el ph y requerimientos de resistibilidad. Elementos de refuerzo metálicos recubiertos de epóxico pueden ser utilizados solamente cuando estén indicados en los planos o sean aprobados por la Fiscalización. Cuando se usa el sistema no metálico o elementos recubiertos con epóxico debe utilizarse material de relleno cuyas partículas deberán tener un tamaño máximo de 19 milímetros.

Si no hay especificaciones en los planos, el constructor deberá tener la opción de estabilizar el relleno para paredes de MSE con el 5% de cemento portland por masa seca del material de relleno.

Cuando el cemento es utilizado para estabilizar el relleno, drenajes provisionales deben ser previstos e indicados en los planos. Cuando se usa cemento para la estabilización del relleno, graduación, ph y pruebas de resistibilidad deberán ser tomadas sobre las muestras. Pruebas para determinar el ángulo de fricción interna no son requeridas.

Diseños alternativos de paredes de retención, deben ser indicados en los planos y el contratista tiene la opción de ejecutar uno de ellos.

Es necesario realizar un programa de distribución tanto de paredes como de elementos de paredes cuando se utilizan elementos prefabricados.

Esté reparto o distribución consistirá, de las formas y dimensiones de paredes; tamaño, cantidad y detalles del acero de refuerzo; cantidad de elementos, tipo, tamaño, detalles de conexiones y algún otro detalle necesario.

En el plan de colocación de paredes se deberá considerar el alineamiento horizontal y vertical de éstas, en los planos deberán incorporarse todos los detalles necesarios como drenajes, conducción eléctrica etc., para completar los



trabajos.

En los cálculos y diseños deberán incluir todos los parámetros usados, incluyendo tipo de material, valores del esfuerzos asumidos y permitidos.

### **Métodos de construcción**

Específicamente deberá ejecutarse de acuerdo al diseño establecido en los planos y con los siguientes requisitos.

- MOP- 303      Excavación de terreno
- 304      Excavación de préstamo
- 305      Terraplenado
- 503.7      Elementos prefabricados de hormigón armado.
- 509      Impermeabilización y revestimiento con mortero colocado neumáticamente
- 822      Tubos de drenaje, (ETC 822.b)

Con anterioridad a la construcción de la pared, el suelo de cimentación será compactado con rodillo vibratorio liso u otro rodillo aprobado por la Fiscalización. Alguna cimentación inestable deberá ser removida y reemplazada. Localización de tubos y perforaciones deben ser ejecutadas con anterioridad a la construcción de la pared de retención.

Filtros geotextiles deberán ser colocados atrás de todas las juntas de las paredes y en la intersección de las paredes con otras estructuras incluyendo ripio o graba, los filtros geotextiles deberán cubrir las juntas un mínimo de 150 milímetros de cada lado y buscar un mecanismo de sujeción en el lugar.

Cualquier operación que provoque en el deterioro de las paredes debe ser descontinuada y sus paredes deberán ser reemplazadas o reparadas de acuerdo a la aprobación de la Fiscalización.

Tolerancias de alineamiento vertical y horizontal, no deberán excederse de 20 milímetros, medido a lo largo de 3 metros del borde recto. La máxima tolerancia para desplome de paredes desde la parte inferior hasta la parte superior, es de 13 milímetros por cada 3 metros de altura de la pared.

La colocación del relleno deberá ser ejecutada, siguiendo el montaje de las paredes.

En cada nivel de refuerzo, el relleno debe ser nivelado y compactado antes de colocar el refuerzo y este refuerzo debe ser colocado perpendicular a las paredes.

En cada nivel de fundación, el nivel del hormigón debe ser previsto según las indicaciones dadas en los planos.

Los niveles del relleno realizados con madera, estarán colocadas en el lugar por lo menos 24 horas antes del inicio del montaje de las paredes.

El espesor normal de alzado debe ser 200 milímetros, pero el contratista puede incrementar o disminuir el espesor, si es necesario, para obtener el espesor requerido. La compactación debe ser ejecutada de tal manera que no se permita daños al sistema de refuerzo.

Para sistemas utilizados de suelos reforzados no metálicos, cada capa de reforzamiento deberá ser pretensionada para luego aflojar antes de colocar el relleno, los artefactos deberán tener la capacidad de soportar, la fuerza requerida. Antes de iniciar los trabajos el constructor deberá demostrar al Ingeniero el método propuesto para el reforzamiento pretensionado.

Sino existe especificación en los planos y relleno de material rocoso es utilizado, cada capa de relleno debe ser esparcido y compactado según los requerimientos y la extensión necesaria, a continuación se obtiene la densidad especificada que se regirá por las siguientes recomendaciones:.

#### **LOCALIZACIÓN**

#### **PORCENTAJE DE DENSIDAD**

?? Arriba, a un (1) metro bajo el  
Nivel de vía (Vía de rodamiento y  
Espaldones)

No menos que el 95%

?? Todas las otras áreas

No menos que el 90%

La parte superior a 0.6 metros de la roca de relleno, no deberá contener piedras más grandes de 75 milímetros pero si contener los suficientes finos para llenar los vacíos y obtener una optima compactación.

Cuando el relleno de material rocoso es usado, algunos tipos de filtros geotextiles deberán ser puestos en contacto con las juntas de paredes para cubrir el relleno de material rocoso, con anterioridad al colocado de la capa de 0.6 metros.

El contratista deberá tomar todas las precauciones para evitar emposamientos de agua en la superficie o lluvias que puedan dañar las paredes de retención durante la construcción.

**Revestimiento de alambre** La malla de revestimiento estará formada por un doblez de 90° de la malla de refuerzo del suelo y tendrá un amarre previo al doblez para conectar a la malla de refuerzo del suelo por la parte superior. La galvanización se efectuará una vez que la malla este fabricada.

**Dispositivos de refuerzo de suelo y de unión** Todos los dispositivos de refuerzo y de unión deberán ser inspeccionados para asegurar que se ajustan al tamaño prescritos y que estén libres de defectos que puedan perjudicar su

resistencia y durabilidad y son los siguientes:

- ?? Franjas de refuerzo.- AASHTO M 223.
- ?? Malla de refuerzo.- AASHTO M 32.
- ?? Franjas de amarre.- ASTM A 570, Grado 50 o equivalente.
- ?? Empotramientos arrollados.- AISI C 1035.
- ?? Grasa para empotramiento arrollado.
- ?? Perno de arrollamiento.- ASTM A 536.
- ?? Sujetadores (Galvanizados según AASHTO M 164).
- ?? Pasadores de conexión .- ASTM A 36

### **508-3. Gaviones.**

**508-3.01. Descripción.-** Este trabajo consistirá en la construcción de gaviones para muros, estribos, pilastras, defensas de cimentaciones, fijación de taludes o terrenos deslizantes y, en general, para obras de protección de otras estructuras, de acuerdo con lo previsto en los documentos contractuales y lo ordenado por el Fiscalizador.

Los gaviones estarán formados por cajas de tela metálica hecha de alambre de hierro galvanizado, que se rellenarán de piedra o grava.

Los gaviones estarán formados por un tejido metálico de triple torsión, construido con alambre galvanizado de diámetro superior a 2 mm.

El tejido será de la forma y dimensión requeridas por el tamaño de la piedra. En todo caso el área máxima de cada abertura de la malla no será mayor de 150 centímetros cuadrados, para alambre de 2,5 mm. y 35 centímetros cuadrados, para alambre de 2 mm. Podrán usarse alambres de diámetro superior utilizando un diseño aprobado por el Fiscalizador.

Las aristas y los bordes del gavión estarán formados por alambres galvanizados cuyo diámetro será como mínimo 1,25 veces mayor que el del tejido.

Las costuras de los paramentos que constituyen el gavión, la tapa y las de los gaviones entre sí, se las hará con alambre galvanizado.

La piedra a emplearse en el relleno de gaviones será natural o procedente de cantera, de una calidad tal que no se desintegre por la exposición al agua o a la intemperie, y aprobada por el Fiscalizador.

El tamaño mínimo de las piedras será el indicado en los planos y disposiciones especiales. Dicho tamaño será, en todo caso, superior a la abertura de la malla del gavión.

La forma y dimensiones de los gaviones serán las indicadas en los planos; en todo caso, una vez montados, tendrán una forma regular, sin alabeos ni

deformaciones, tanto si se trata de gaviones paralelepípedos como cilíndricos.

**508-3.02. Materiales.-** Tanto el tejido metálico como la piedra a emplearse en la construcción de gaviones satisfarán las exigencias previstas en la Sección 819 de las presentes especificaciones.

**508-3.03. Procedimiento de trabajo.-** Antes de la construcción de los muros de gaviones se preparará el terreno base, respetando las cotas anotadas en los planos.

Los gaviones se extenderán en el terreno base, antes de rellenarlos, sujetando los vértices de su base con barras de hierro, estacas u otros medios aprobados por el Fiscalizador. Se montarán cosiendo sus aristas con alambre galvanizado e al menos 2 mm. de diámetro, y se atarán igualmente con alambre galvanizado a los gaviones ya colocados.

En el relleno, se procurará colocar las piedras de mayor tamaño, en los paramentos del gavión. El relleno se efectuará de modo que quede el menor número posible de huecos, tomando las precauciones señaladas anteriormente y, en general, todas las que, a juicio del Fiscalizador, sean necesarias para evitar deformaciones.

Una vez efectuado el relleno se cerrará el gavión, cosiendo la tapa con la misma clase de alambre empleado en las ligaduras.

#### **508-4. Medición y Pago.**

**508-4.01. Medición.-** La cantidad a pagarse por mampostería de piedra labrada y piedra molón o por muros de gaviones, será el número de metros cúbicos medidos en la obra, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados.

**508-4.02. Pago.-** La cantidad determinada en la forma indicada en el numeral anterior, se pagará al precio contractual para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por suministro y transporte de materiales, la preparación del mortero, en caso de mampostería de piedra, y el suministro y transporte de materiales, colocación de la malla y de las piedras, en caso de muros de gaviones; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

#### **Nº del Rubro de Pago y Designación**

#### **Unidad de Medición**

508 (1) Mampostería de piedra labrada.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
508 (2) Mampostería de piedra molón.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
508 (3) Gaviones.....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )



## **SECCION 509. IMPERMEABILIZACION Y REVESTIMIENTO CON MORTERO COLOCADO NEUMATICAMENTE**

### **509-1. Impermeabilización.**

**509-1.01. Descripción.-** Este trabajo consistirá en el suministro y aplicación de material asfáltico a la superficie del hormigón y estará compuesta por una aplicación de material impresor y dos aplicaciones de asfalto, de conformidad con lo indicado en los planos y lo ordenado por el Fiscalizador.

**509-1.02. Materiales.-** Los materiales a utilizarse cumplirán las exigencias de la Sección 803, exceptuando la granulometría, la cual constará en las especificaciones particulares de la obra.

**509-1.03. Procedimientos de trabajo.-** Todas las áreas de hormigón por impermeabilizarse estarán razonablemente lisas, secas y limpias, totalmente libres de polvo y otros materiales nocivos.

No se impermeabilizará en condiciones climáticas de alta humedad, ni cuando la temperatura sea menor a 13 grados centígrados, excepto si el Fiscalizador autoriza la ejecución de estos trabajos.

Cuando se encuentre la superficie seca y limpia se aplicará una imprimación y se dejará secar antes de aplicar el recubrimiento de asfalto.

Se aplicará el asfalto a una temperatura entre 150 grados centígrados como mínimo y 175 grados centígrados como máximo. Al secarse la primera mano, se procederá a aplicar la segunda, tomando precauciones de no dejar áreas de la primera capa sin cubrirse.

### **509-2. Revestimiento con Mortero Colocado Neumáticamente.**

**509-2.01. Descripción.-** Este trabajo consistirá en el revestimiento superficial de taludes, canales y obras similares, mediante mortero colocado con soplete neumático de acuerdo con las presentes especificaciones, los planos y lo ordenado por el Fiscalizador.

**509-2.02. Materiales.-** El mortero a colocarse neumáticamente satisfará los requerimientos exigidos en la Sección 832.

**509-2.03. Procedimientos de trabajo.-** La superficie y espesor del revestimiento, la colocación del acero de refuerzo cuando se requiera y demás operaciones, se ejecutarán según lo indicado en los planos y de acuerdo con las presentes especificaciones.

**509-2.03.1.Preparación de la superficie a revestirse.-** Cuando el mortero colocado neumáticamente sea utilizado sobre un talud de corte o de terraplén, el área por cubrirse se limpiará, recortará y acabará en las alineaciones, pendientes y dimensiones indicadas en los planos y las fijadas por el Fiscalizador. El área deberá ser firme y ligeramente humedecida para recibir el revestimiento.

Cuando se indique en los planos la forma del revestimiento se utilizarán tiras de madera para juntas, las mismas que serán apuntaladas o arriostradas en la parte posterior o formando paneles. Para la determinación del espesor se usarán alambres o hierros que serán hincados previamente en el terreno y servirán a su vez para determinar las pendientes y superficies de acabado.

**509-2.03.2.Colocación del mortero.-** La superficie en la cual el mortero va a ser colocado neumáticamente no estará mojada, pero si lo suficientemente húmeda para permitir la absorción y adherencia.

La salida del material a través de la boquilla tendrá una velocidad uniforme y un ritmo determinado, según las condiciones de trabajo y de tal manera que se produzca un rebote mínimo de mortero.

El manejo de la maquinaria será de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Todo material que ha permanecido mezclado por un tiempo mayor de 45 minutos y no ha sido utilizado, se rechazará a menos que el Fiscalizador lo indique de otra manera.

**509-2.03.3.Acabado.-** Una vez que el mortero ha sido colocado lo más cerca posible del espesor requerido, la superficie será chequeada por una plantilla. Cualquier punto bajo o depresión que se encuentre, deberá rellenarse hasta el nivel adecuado con una cantidad adicional de mortero, de tal manera que la superficie terminada sea razonablemente lisa y uniforme de acuerdo al tipo de trabajo que se esté realizando.

**509-2.03.4 Curado.-** El mortero colocado neumáticamente será curado de acuerdo a lo especificado en el numeral 503-4.03.

### **509-3. Medición y Pago.**

**509-3.01. Medición.-** La cantidad a pagarse por impermeabilización o por el mortero colocado neumáticamente será el número de metros cuadrados de superficie tratada y aceptada o de superficie realmente revestida y aceptada, medidos en la obra, a lo largo del talud del área por cubrirse.

El acero de refuerzo, cuando se haya utilizado para el mortero colocado neumáticamente, se medirá de acuerdo a lo indicado en la Sección 504.

Cualquier movimiento de tierras que se requiera para la colocación de mortero

se medirá de acuerdo a lo indicado en el Capítulo 200 de las presentes especificaciones.

Se considerará incluido en el rubro de mortero colocado neumáticamente toda compensación por la construcción de juntas y drenes que sean requeridos para este trabajo y no se medirán por separado tales rubros de trabajo.

**509-3.02. Pago.-** Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán al precio contractual para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por preparación de la superficie por impermeabilizarse o revestirse, suministro de materiales y colocación de la membrana en caso de impermeabilización o el trabajo clasificado como de movimiento de tierras, suministro de materiales, mezclado y colocación del mortero; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

<b>N° del Rubro de Pago y Designación</b>	<b>Unidad de Medición</b>
509 (1) Mortero de cemento colocado neumáticamente...	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
509 (2) Impermeabilización.....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )



## **SECCIÓN 510            ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE MATERIALES.**

**510-01. Descripción.-** Consiste en la colocación de acuerdo con los planos, especificaciones ambientales particulares o de conformidad con la orden del Fiscalizador para la colocación de cierto tipo de estructuras que retendrán la caída de materiales a la vía, producto de la inestabilidad de taludes, erosión hídrica o eólica, etc.; esta sección es aplicable en las etapas de construcción y mantenimiento viales.

**510-02. Procedimiento de Trabajo.-** El Contratista de acuerdo a lo indicado anteriormente y previendo las condiciones del pasivo ambiental, previa autorización del Fiscalizador colocará las siguientes estructuras como medida de prevención:

1. Muros de contención y tabiques; abra que considerar medidas adicionales tales como drenaje y subdrenaje.
2. Muros de cajón con piezas prefabricadas; recomendables para su construcción en los pies de los taludes de corte, cuya altura supera los 15 metros.
3. Contrafuertes; su empleo se lo hará cuando el pasivo ambiental (derrumbe o deslizamiento) sea un elemento de riesgo a mediano plazo.
4. Pilotes; su función la retención de material que afectaría la estructura vial; se puede usar también: tubería usada en la perforación de petróleos, postes de hormigón y tablestacados.

**510-03. Medición y Pago.-** Las mediciones y pago se harán de acuerdo con la estructura escogida y de conformidad con lo indicado para cada caso en las Especificaciones MOP-001-F-200

## SECCION 511 ESCOLLERAS Y REVESTIMIENTOS

**511.1.01. Descripción** Este trabajo consistirá en la protección de los taludes, riberas y cunetas mediante escollera de piedra suelta, gaviones, geotubos y revestimientos de hormigón, mampostería de piedra o mortero a presión en los sitios indicados en los planos u ordenados por el Fiscalizador y de acuerdo con los detalles y dimensiones que consten en los planos o instrucciones respectivas.

### 511.1.02. Procedimientos de trabajo.

**511.1.02.1 Escollera de piedras sueltas** Las piedras a utilizarse deberán ser duras y de calidad que no se desintegren al estar expuestas al agua y a la intemperie; deberán cumplir con los requisitos exigidos en la parte donde se trata de piedra y mortero para mampostería y hormigón ciclópeo en estas Especificaciones, en cuanto a su durabilidad. El 75% de las piedras individuales deberán ser de un volumen mayor de 30 decímetros cúbicos. En todo caso el tamaño estará definido por los cálculos técnicos realizados para evitar la erosión.

Las piedras se colocarán a mano, salvo que en las especificaciones especiales se permita el empleo de equipo mecánico, con su máxima dimensión, paralela al plano de talud. Se deberá dejar un mínimo posible de vacíos, que en todo caso se rellenarán con piedra más pequeñas, las que se servirán para acuñar sólidamente las piedras grandes en su sitio.

Para el caso de piedras de defensa para escollera en riberas de mar, deberán utilizarse piedras de las siguientes características:

Tipo :	Caliza Conchífera, conocida como Arenisca marina
Peso Especifico :	2, 28 Ton/m <sup>3</sup> mínimo
Peso promedio :	6 a 8 Ton/unidad
Tamaño :	1,5 m. de arista
Medición :	Tonelada métrica (1.000 kg.)

La cara exterior de la escollera deberá quedar razonablemente uniforme, sin resaltos mayores de 15 cm. fuera de la línea general del paramento.

En la cara interior y base de la escollera deberá ser protegida con un geotextil no tejido para evitar el arrastre del material fino que deberá cumplir las características y especificaciones mínimas según tabla 511.1.1.

La escollera de piedra puede encapsularse en una geomalla biaxial para crear un colchón y en la cara interior y base deberá colocarse un geotextil no tejido para evitar el arrastre de finos. La geomalla deberá cumplir con las características y especificaciones mínimas según tabla 511.1.2. y los geotextiles no tejidos deberán cumplir las características y especificaciones de la tabla 511.1.1.

**TABLA 511.1.1**

**CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL  
GEOTEXTIL NO TEJIDO UTILIZADO PARA ESCOLLERAS Y  
REVESTIMIENTOS**

<b>PROPIEDADES</b>	<b>NORMA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>MECANICAS</b>			
Método Grab	ASTM D-4632		
Resistencia a la Tensión		N (lb)	800 (180)
Elongación		%	>50
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D-4833	N (lb)	460 (103)
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D – 4533	N(lb)	320 (72)
Método Mullen Burst	ASTM D-3786		
Resistencia al Estallido		kPa(psi)	2210(320)
<b>HIDRÁULICAS</b>			
Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D-4751	mm(No.Tamiz)	0.15 (100)
Permeabilidad	ASTM D-4491	cm/s	40 x 10 <sup>-2</sup>
Permitividad	ASTM D-4491	s <sup>-1</sup>	1.80
Espesor	ASTM D-5199	Mm	2.20
Rentensión de Asfalto	TEXAS DOT3099	Lt/m <sup>2</sup> (gal/yd <sup>2</sup> )	NA
<b>PRESENTACIÓN</b>			
Tipo de Polímero	Fabricante		Polipropileno
Ancho del Rollo	Medido	m	3.8
Largo del Rollo	Medido	M	100
Área del Rollo	Calculado	m2	380

TABLA 511.1.2

**CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA  
GEOMALLA BIAxIAL UTILIZADA PARA ESCOLLERAS Y  
REVESTIMIENTOS**

PROPIEDAD	METODO DE ENSAYO	UNID AD	VALOR
<b>TAMAÑO DE APERTURA</b>	I.D. Calipered <sup>2</sup>		
MD (Sentido Máquina)		Pulg.	1.8(nom.)
XD (Sentido Contrario Máquina)		Pulg.	2.0(nom.)
<b>ESPESOR</b>	ASTM D 1777-64		
COSTILLA		Pulg.	0.07 (nom.)
JUNTA		Pulg.	0.20 (nom.)
<b>REFUERZO</b>			
<b>RIGIDEZ FLEXURAL</b>	ASTM D 1388-64 <sup>4</sup>		
MD		mg-cm	750,000 (min)
XD		mg-cm	1,000,000 (min)
<b>MODULOS DE TENSION</b>	GRI-GG1-87 <sup>5</sup>		
MD		lb/ft	21,500 (min)
XD		lb/ft	22,500 (min)
<b>ESFUERZO JUNTAS</b>	GRI- GG2-87 <sup>6</sup>		
MD		lb/ft	1,350 (min)
XD		lb/ft	1,440 (min)
<b>MATERIAL</b>			
POLIPROPILENO	ASTM D4101	%	97 (min)
?? MD Sentido del rollo longitudinalmente ?? XD Sentido del rollo transversalmente.			

**511.1.02.2. Gaviones** Los gaviones para revestimiento deben cumplir con lo establecido en la subsección 508.3 de estas Especificaciones.

**511.1.02.3. Revestimiento** El revestimiento de taludes se efectuarán en los sitios indicados en los planos o por el Fiscalizador, empleando hormigón simple o armado, hormigón colocado en fundas de fibra sintética (bolsacretos), mampostería de piedra o mortero a presión conforme sea estipulado.

El hormigón armado que se utilice será de clase B excepto si en los planos o especificaciones especiales se estipule otra clase. La armadura será de malla de alambre o de barras de acero de refuerzo, conforme se indique en los planos. El hormigón simple será de clase B o C de acuerdo con lo estipulado en el contrato.

El hormigón en fundas de fibra sintética (bolsacretos) será de clase “C” mezclado en sitio. Los bolsacretos se colocarán traslapados y alternados sobre el talud, en la forma señalada en los planos o indicadas por el Fiscalizador, y cumplirán con las características y especificaciones indicadas en la tabla 511.1.5.

La mampostería para revestimiento deberá cumplir las exigencias de la sección donde estas Especificaciones tratan de mampostería de piedra. El mortero a presión será constituido conforme se indique en la sección que trata de asuntos diversos en estas Especificaciones, y deberá ser colocado neumáticamente en los sitios señalados en los planos o por el Fiscalizador, con el equipo adecuado que cuente con la aprobación del Fiscalizador.

Cuando se trate de proteger un talud contra la acción erosiva de las aguas del curso adyacente, el revestimiento se hará desde el nivel de cimentación del revestimiento fijado en los estudios hasta 50 cm. sobre el nivel estimado de la creciente máxima, de no estar señalado otro procedimiento en los planos.

Los detalles de la cimentación del revestimiento, además de los otros detalles de construcción, constarán en los planos o serán indicados por el Fiscalizador.

Las excavaciones requeridas específicamente para la colocación de pedraplenes y revestimientos se considerarán como excavaciones para estructuras, con excepción de la excavación para el revestimiento de cunetas, la que será considerada con excavación para cunetas.

**511.1.03. Medición** El volumen de las excavaciones para trabajos de revestimiento será determinado y pagado de acuerdo a lo indicado para los rubros: Excavación y relleno para estructuras o Excavación para cunetas, según el caso. La cantidad de escollera de piedras sueltas a pagarse será el número de metros cúbicos efectivamente colocados y aprobados, lo mismo que los gaviones. Los revestimientos de hormigón simple y mampostería se pagarán por los metros cúbicos realizados y aceptados, medidos en obra.

El hormigón en fundas de fibra sintética será medido por metro cúbico, volumen que se determinará al hacer la mezcla del hormigón.

La cantidad de mortero a presión a pagar será el número de metros cuadrados de superficie efectivamente cubierta con mortero de acuerdo a los requisitos del contrato, medidos en el plano de talud revestidos.

**ESPECIFICACIONES TECNICAS BOLSACRETOS**

DESCRIPCION	UNIDADES	TIPO	
		1	2
Capacidad	m <sup>2</sup>	1	2
Resistencia al Punzonamiento ASTM D - 4833	N(lb)	390	390
Resistencia al Estallido ASTM D - 3786 (Metodo Mullen)	Psi	320	320
Resistencia al Rasgado Trapezoidal ASTM D - 4533	N(lb)	240	240
Resistencia a la Tension Grab ASTM D - 4632	N(lb)	690	690
DIMENSIONES INTERNAS			
Ancho	Cm	120	185
Largo	Cm	240	270
DIMENSIONES EXTERNAS (LLENO)			
Ancho	Cm	120	185
Largo	Cm	240	270
Alto	Cm	40	45
DIMENSIONES VALVULA LLENADO			
Ancho	Cm	35	35
Largo	Cm	50	50
Boca	Cm	22	22
Costura	Tipo	Doble	Doble

**TABLA No. 511.1.5**

**511.1.04. Pago** Las cantidades determinadas de acuerdo a lo indicado en el numeral anterior se pagará a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la construcción de

pedraplenes y revestimiento, incluyendo toda la mano de obra, materiales, transporte, herramientas, equipo y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

No. del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
511-1(1)	Escollera de Piedra Suelta.....Metros cúbico (m3)
511-1(1)a	Piedra de defensa para Escollera.....Ton. métrica (1.000 Kg.)
511-1(2)	Ver subsección 508-3.....
511-1(3)	Revestimiento de Hormigón Armado.....Metros cúbico (m3)
511-1(4)	Revestimiento de Hormigón simple.....Metros cúbico (m3)
511-1(5)	Revestimiento de Hormigón en fundas de fibra sintética (bolsacretos).....Metros cúbicos (m3)
511-1(6)	Revestimiento de mampostería de Piedra.....Kilogramos
511-1(7)	Revestimiento de mortero a Presión.....Metros cuadrados (m2)
511-1(8)	Revestimiento de geotextil.....Metros cuadrados(m2)
511-1(9)	Revestimiento de geomalla Biaxial.....Metros cuadrados(m2)
511-1(10)	Geotubos de Fibra Sintética .....Metro Lineal (m)

## SECCIÓN 512 CONTROL DE CÁRCAVAS.

**512-01. Descripción.-** Consiste en la construcción o colocación de diques o pequeñas barreras u obstáculos transversales a la dirección de flujo en la cárcava, a fin de disminuir la velocidad del agua y favorecer la sedimentación de las partículas que lleva el agua en suspensión.

El propósito es controlar el efecto de socavamiento en el lecho de la cárcava que producen las escorrentías superficiales que decurren por la calzada vial.

**512-02. Procedimiento de Trabajo.-** Si las especificaciones ambientales particulares no contemplan nada respecto al tema, será el Contratista quien presente al Fiscalizador la localización de las cárcavas, su longitud y sugerir para la aprobación alguno de los métodos a indicarse a continuación:

**512-02.1. Diques transversales de contención.-** Serán construidos con rocas sueltas o material bien graduado a fin de permitir el paso del agua y la retención de material. Los espesores de los bordes superior e inferior del dique están en función del ancho de la cárcava, al igual que su altura efectiva, que no deberá sobrepasar entre 0.5 1.2 metros por cuestiones de estabilidad.

Los diques deberán ir empotrados en el fondo (de 30 a 50 cm) y en las paredes laterales de la cárcava.

El espaciamiento entre diques está en función de la pendiente del cauce de la cárcava, de tal forma que cuando mayor es la pendiente menor resulta el espaciamiento entre diques.

En algunos casos, al pie del dique se construye un colchón hidráulico, ya sea con piedras, ramas o paja, a fin de disipar la energía cinética del agua y evitar que el golpe del agua socave la base del dique y cause el derrumbe o volteo de la estructura.

**512-02.1.1. Diques de matorral.-** Son usados para el control de cárcavas pequeñas y donde su construcción es accesible; se usan postes de madera a manera de soportes conjuntamente con matorrales. La altura recomendable para la estructura estará comprendida entre 0.5 y un metro. Los postes y matorrales serán provenientes de la zona; el costo de construcción es relativamente bajo.

**512-02.1.2. Diques de malla de alambre.-** Consisten en estructuras de alambre estacadas en el lecho de la cárcava y tienen un costo igualmente bajo. Se colocan matorrales o roca a la par de la malla para atrapar el sedimento. Estas estructuras son de fácil construcción pero no son duraderas en cárcavas que lleven mucho arrastre.

La construcción de los diques se iniciará desde la parte más alta de la cárcava hacia



abajo, con el fin de disminuir o controlar el escurrimiento superficial que se pueda presentar durante la construcción.

En general, se utilizarán solo materiales de la zona o naturales disponibles en zonas adyacentes.

La combinación de los procesos constructivos indicados anteriormente dará resultados satisfactorios.

**512-02.2. Estructuras rígidas.-** Para el control de cárcavas se pueden construir estructuras impermeables y resistentes a climas fuertes, alta humedad y corrientes torrenciales, tales como los que se indican a continuación:

?? Sacos de suelo – cemento;

?? Concreto;

?? Mampostería o

?? Metal.

**512-03. Medición.-** La medición se la hará por unidad de control colocada en el sitio y a conformidad del Fiscalizador.

**512-04. Pago.-** Los precios y pago constituirán la compensación total por la construcción de los diques, incluyendo toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y operaciones conexas a la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

#### **No. del Rubro de Pago y Designación**

#### **Unidad de Medición**

512- (1) Diques para control de cárcavas.....Unidad